

## Intelligente Bearbeitungsstrategien für Titanbauteile

# Cool Machining

Stehende und rotierende Werkzeuge mit zielgerichteter KSS-Zufuhr zerspanen Titan deutlich produktiver als herkömmliche Systeme. Das zeigt sich am höheren Zeitspanvolumen, das einhergeht mit einer Steigerung der Prozesssicherheit.



**1** Ausgerüstet mit zielgerichteter Kühlschmierstoff-Zufuhr: die Werkzeugreihe Jet HP Line von Iscar

VON GERHARD BONFERT

→ In der Luftfahrt finden viele unterschiedliche Werkstoffe Anwendung. Zum Beispiel werden für die Hülle eines herkömmlichen Passagierflugzeugs hauptsächlich Aluminiumlegierungen und hochfestes CFK verwendet. Beim Fahrwerk kommen legierte Stähle, Titanbasislegierungen und sogar hochfeste geschmiedete Aluminiumlegierungen zum Einsatz. Triebwerke hingegen bestehen vor allem aus Bauteilen aus Nickelbasis- und Titanbasislegierungen, ergänzt durch hochfesten Stahl und einer Hülle aus CFK.

Die Eigenschaften eines Werkstoffs bestimmen sein Einsatzgebiet. Aluminiumknetlegierungen etwa werden für Strukturbauteile und zum Teil auch für Fahrwerke

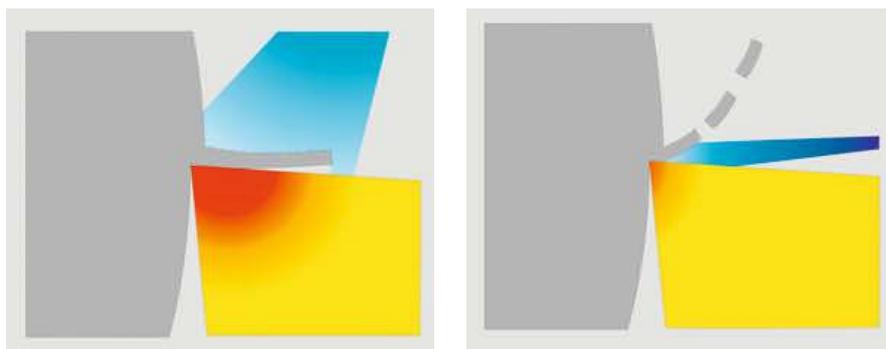
verwendet, da sie ein optimales Gewicht-Festigkeits-Verhältnis haben. Werden höhere Festigkeiten benötigt, kommen je nach Gewichtsanforderung hochlegierte Stähle und vermehrt auch Titanbasislegierungen zum Einsatz. Beim Triebwerk bestimmt die Betriebstemperatur den benötigten Werkstoff. Nickelbasislegierungen weisen zwar eine höhere Dichte als Stahl auf, werden jedoch aufgrund ihrer hohen Warmfestigkeit im Hochdruckverdichter und in der Turbine eingesetzt. Titanbasislegierungen besitzen eine vergleichbar hohe Zugfestigkeit bei halbem Gewicht. Bedingt durch die deutlich niedrigere Warmfestigkeit werden sie freilich nur im kalten Bereich eines Triebwerks verbaut.

Schon seit Jahrzehnten setzt Iscar den Fokus auf die Luftfahrt und die dort zu zerspanenden Werkstoffe. Dies untermauern zahlreiche Entwicklungen in der sechzigjährigen Geschichte des Unternehmens. Zu nennen ist beispielsweise das Stechdrehsystem Cut-Grip, das die Zerspanung von Triebwerksscheiben revolutionierte. Und auch Helimill, das weltweit erste Frässys-

tem mit gedrahten Schneidkanten, sowie das modulare Bohrsystem Sumochan mit auswechselbaren Bohrköpfen bewähren sich optimal in der Luftfahrt.

### Titanlegierungen haben große Vorzüge, aber auch ihre Tücken

Bei Passagierflugzeugen der neuen Generation kommen vermehrt Titanbasislegierungen zum Einsatz, wobei sie Aluminiumlegierungen wie auch Stähle verdrängen. Besonders dort, wo Aluminium durch Titan ersetzt wird, steht der Zerspaner vor einer neuen Herausforderung. Das heute erreichbare Zeitspanvolumen beim Fräsen von Strukturbauteilen aus Aluminiumknetlegierungen beträgt durchaus schon mal 10 000 cm<sup>3</sup>/min. Bei der Bearbeitung der gängigen Titanbasislegierung TiAl6V4 können bereits Werte wie 200 cm<sup>3</sup>/min als großer Erfolg gewertet werden; allerdings stellen sie noch lange keine gängige Praxis dar. Um zu verstehen, welche Werkstoffeigenschaften dafür verantwortlich sind, muss ein Blick auf die Wärmeleitfähigkeit und den Elastizitätsmodul geworfen wer-



**2** Bei der zielgerichteten KSS-Zufuhr (rechts) schiebt sich das Kühlschmiermittel wie ein Keil zwischen Span und Schneide, verringert so die Reibung und führt die Wärme ab



3 Das Stechwerkzeug Tang-Grip Jet HP Line

den. Titan weist im Vergleich zu Stahl und erst recht zu Aluminium eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit auf. Außerdem hat es die (für die Zerspanung unangenehme) Eigenschaft zu federn, da es einen recht niedrigen Elastizitätsmodul aufweist. Die bei der Zerspanung von Titan entstehende hohe Temperatur kann nur zu 25 Prozent über den Span abgeführt werden. Der Rest muss über die Schneide erfolgen. Bei Aluminium verhält es sich genau umgekehrt. Durch den niedrigen Elastizitätsmodul und die gleichzeitig hohe Festigkeit entstehen lange Späne, die viel Spanraum benötigen. Titan neigt zu Adhäsion, weswegen mit einem Kühlschmierstoff (KSS) oder Öl zerspannt wird. Auch andere Kriterien wie die begrenzte Prozesssicherheit haben einen großen Einfluss auf die Produktivität bei der Herstellung der komplexen Bauteile.

### Zielgerichtete Kühlmittelzufuhr ermöglicht Produktivitätszuwachs

Eine deutliche Steigerung der Produktivität bei der Titanbearbeitung steht daher bei allen Zerspanern der Luftfahrt im Fokus. Eine solche Steigerung kann durch eine Reduzierung der Nebenzeiten und die Erhöhung des Zeitspanvolumens erreicht werden. Um diesen besonderen Anforderungen Rechnung zu tragen, hat Iscar in den letzten 15 Jahren Werkzeuge entwi-



4 Beim Stechen mit zielgerichteter KSS-Zufuhr werden kurze Späne erzeugt (rechts), was den Prozess deutlich sicherer macht

ckelt, die mit einer intelligenten Methode den Kühlschmierstoff direkt in die Schnittzone leiten: die Jet-HP-Line-Werkzeuge.

Der Einsatz von Werkzeugen mit zielgerichteter Kühlmittelzufuhr ermöglicht eine deutliche Steigerung der Produktivität. Hierbei wird der Kühlschmierstoff mit hohem Druck durch Kanäle im Werkzeug direkt in die Schnittzone geleitet. Der Druck und die Größe der Austrittsdüse bestimmen maßgeblich die Austrittsgeschwindigkeit des Kühlschmierstoffs, die wiederum zusammen mit der Ausrichtung entschei-

dend für das Ergebnis ist. Bei Austrittsgeschwindigkeiten von bis zu 900 km/h legt sich der Kühlschmierstoff wie ein Keil zwischen Span und Schneide und verringert den Kontakt und somit die Reibung. Gleichzeitig wird mit der großen Menge an Kühlmittel, das in kurzer Zeit die Schnittzone passieren muss, die Wärme aus der Schnittzone abgeführt. Durch die Kräfte, die beim Aufprall des flüssigen Mediums auf den Span erfolgen, wird dieser mechanisch verformt und gebrochen.

### Mit Hochdruck drehen und stechen ...

Die positiven Effekte des Spanbruchs und der Kühlung der Schnittzone kommen beim Drehen und Stechen besonders stark zur Geltung. Durch die niedrigere Temperatur an der Schneide weist der Schneidstoff (in der Regel Hartmetall) ein sichtlich verbessertes Verschleißverhalten auf. Die Schneide kann deutlich länger genutzt

werden. Weil die Produktivität aber nicht durch eine längere Standzeit gesteigert werden kann, erhöht man die Schnittgeschwindigkeit so lange, bis die ursprüngliche Standmenge wieder erreicht ist – und erzielt dadurch eine signifikante Steigerung des Zeitspanvolumens.

Geht man von einer heute noch üblichen Schnittgeschwindigkeit von 50 m/min bei externer KSS-Zufuhr aus, können mit zielgerichteter Zufuhr bei einem Druck von 80 bar schon 80 m/min und bei 300 bar sogar 120 m/min erreicht werden. Durch den >>>

» kontrollierten Spanbruch wird die Prozesssicherheit erhöht, da sich keine langen Späne bilden können, die sich um das Bauteil, Spannmittel und Werkzeug legen. Beim Einstechen lassen sich tiefe Nuten in »einem Schuss« fertigen. Kommt es bei externer KSS-Zufuhr aufgrund von Aufbauschneiden oft zu Ausbrüchen, hat man es bei der zielgerichteten Zufuhr hauptsächlich mit einem konstanten und gut kontrollierbaren Freiflächenverschleiß zu tun. Als Vorreiter auf dem Gebiet der zielgerichteten KSS-Zufuhr stellt Iscar heute Jet-HP-Line-Werkzeuge mit intelligenter Zuführung für alle gängigen Systeme her.

### ... und nun auch fräsen

In den letzten Jahren hat sich die Hochdruckkühlung bei der Drehbearbeitung auf dem Markt etabliert. Nun wird diese Strategie vermehrt auch im Bereich Fräsen eingesetzt. Dabei reicht es nicht aus, eine Maschine mit einer Hochdruckpumpe auszurüsten. Denn Fräswerkzeuge mit zielgerichteter KSS-Zufuhr unterscheiden sich deutlich von herkömmlichen Werkzeugen, selbst wenn diese bereits über eine herkömmliche Zufuhr durch den Fräskörper verfügen.

Bei einer optimalen Ausrichtung der Austrittsdüsen werden die Späne während der Fräsbearbeitung durch den Kühlmiteldruck enger aufgerollt. Daher können die Spankammern kleiner konzipiert und so Werkzeuge mit einer deutlich höheren Anzahl an Schneiden ausgelegt werden. Der Bahnvorschub wird erhöht und somit auch das Zeitspanvolumen. Lange Eingriffszeiten beim Fräsen steigern die Temperatur an der Schneide. Bei der konventionellen Bearbeitung wird oft ein geringes seitliches Eingriffsverhältnis gewählt, um die Schneiden keiner übermäßigen Temperaturbelastung auszusetzen. Wenn man nun Kühlschmierstoff mit hohem Druck gezielt in die Schnittzone leitet, wird die Temperatur deutlich reduziert, und die Werkzeuge können mit einem hohen seit-



5 Das Fräs-  
werkzeug Jet  
HP Line im  
Einsatz

lichen Eingriffsverhältnis eingesetzt werden. Zusätzlich lässt sich die Schnittgeschwindigkeit nochmals deutlich erhöhen. Beides führt zu einer deutlichen Steigerung des Zeitspanvolumens.

Während beim konventionellen Fräsen von Titan recht häufig Kambrisie und dadurch Ausbrüche an der Schneide entstehen, ist die vorherrschende Verschleißart bei einer zielgerichteten KSS-Zufuhr der Freiflächenverschleiß. Im Ergebnis kann die Prozesssicherheit erhöht werden, weil nicht mehr mit unkontrollierten Brüchen zu rechnen ist. Iscar nutzt hier die langjährige Erfahrung auf dem Gebiet der stehenden Hochdruckwerkzeuge, um nun auch rotierende Werkzeuge mit intelligenter zielgerichteter KSS-Zufuhr anzubieten. Eine deutliche Steigerung der Produktivität ist die Folge.

### Fazit

Bei der Drehbearbeitung kann durch den Einsatz der Hochdruckkühlung und entsprechender Jet-HP-Line-Werkzeuge ein höheres Zeitspanvolumen infolge einer deutlich gesteigerten Schnittgeschwindigkeit erzielt werden. Gleichzeitig wird die Prozesssicherheit durch den permanenten Spanbruch und den konstanten Freiflächenverschleiß entscheidend erhöht.

Setzt man die gezielte Hochdruckkühlung beim Fräsen ein, können gleich mehrere Faktoren das Zeitspanvolumen anheben. Auf der einen Seite kann eine signifikant erhöhte Schnittgeschwindigkeit zur Steigerung der Produktivität beitragen, auf



6 Auch beim Fräsen sorgt die zielgerichtete KSS-Zufuhr für eine höhere Prozesssicherheit – die Späne zeigen es

der anderen Seite ermöglicht die konstant niedrigere Temperatur zugleich eine Erhöhung des seitlichen Eingriffsverhältnisses. Mehr noch: Durch die eng aufgerollten Späne lassen sich Werkzeuge mit kleineren Spankammern und engerer Zahnteilung verwenden. Alles zusammen trägt zu einer beträchtlichen Steigerung des Zeitspanvolumens bei, die durchaus den Faktor zwei bis drei ausmachen kann.

Das Potenzial der zielgerichteten Kühlschmierstoff-Zufuhr ist groß. Die Steigerung der Produktivität durch die intelligenten Jet-HP-Line-Werkzeuge von Iscar kann ein entscheidender Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens auf dem globalen Markt sein. ■

→ **WB110693**

Gerhard Bonfert ist Leiter Industriespezialisten bei der Iscar Germany GmbH in Ettlingen  
→ [g.bonfert@iscar.de](mailto:g.bonfert@iscar.de)

### i HERSTELLER

Iscar Germany GmbH  
76275 Ettlingen  
Tel. +49 7243 99080  
Fax +49 7243 990893  
→ [www.iscar.de](http://www.iscar.de)