

Hochproduktiv Titan- und Nickellegierungen zerspanen

# Durch nichts aus der Ruhe zu bringen ...

Die Bearbeitung von Triebwerkskomponenten ist eine Aufgabe für Profis. Vor allem die schwer zu bearbeitenden Werkstoffe sind eine Herausforderung. Die UniCen 1000 ist wegen der dämpfenden hydrostatischen Führung für diese Aufgabe prädestiniert.

VON DOMINIC DEUTGES

→ Die Lebenszyklen von Triebwerkstypen betragen bis zu 40 Jahre. Wie in vielen anderen Industriebereichen werden die Bearbeitungsprozesse permanent optimiert. Bei der Fertigung von Turbomaschinen für Flugzeuge sind die Produktionsprozesse für sensitive Bauteile fertigungsüberwacht. Dies ist bedingt durch strenge Qualitätsvorschriften, deren Ursprung in den Sicherheitsregeln der Luftfahrt liegt. Umso wichtiger ist es in dieser Branche, die technologischen Neuerungen in neuen Triebwerkstypen auf konsequente und sichere Art umzusetzen.

Das Werkstück und der zugehörige Bearbeitungsprozess müssen über die gesamte Produktentstehung hinweg vom Hersteller eines Triebwerks freigegeben werden. Dazu ist eine umfangreiche Nachweisführung über die Eignung der Bauteile vorzunehmen, die über Laboruntersuchungen und Versuchsreihen erbracht wird. Denn bei unsachgemäßer Bearbeitung kann es zu ungewollten Schädigungen des Materials kommen. Bei thermisch und mechanisch hoch beanspruchten Bauteilen darf dieser Fall nicht eintreten. Wenn die Produktionsprozesse später geändert werden sollen, muss die Nachweisprozedur für die Bauteileignung in weiten Teilen ein erneutes Mal durchlaufen werden. Die Fenster, in denen Prozessparameter verändert werden dürfen, sind sehr klein.



1 Hohe Steifigkeit, ausgeprägte Dämpfung und Dauergenauigkeit: In der UniCen 1000 werden bei der MTU Aero Engines Rotorkomponenten gefertigt

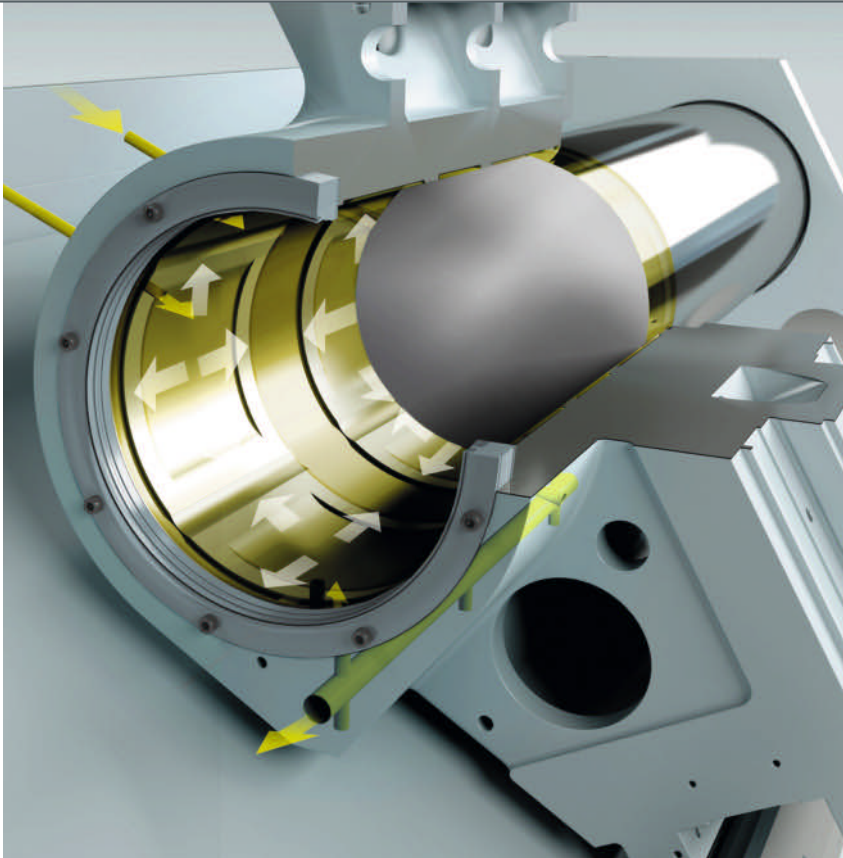
## Schwierige Werkstoffe

Je nach Einsatzort im Triebwerk werden unterschiedliche Werkstoffe eingesetzt: Chromnickellegierungen, Nickelbasislegierungen und Titanlegierungen. Wichtig für den Triebwerkshersteller sind die Eigenschaften dieser Werkstoffe bei hohen Temperaturen und das zeitlich vorhersagbare Verschleißverhalten. Schwierig für den Maschinen- und Werkzeughersteller ist die schlechte Wärmeleitung dieser Materialien, die einen besonders hohen Verschleiß der Werkzeuge bedingen.

## Trend zu Integralbauteilen

Bei rotierenden Triebwerksteilen handelt es sich überwiegend um Drehteile: Scheiben, Ringe und Wellen, die zu den komplexen Rotoren der Triebwerke zusammengesetzt werden. In Turbinen werden die Schaufeln in sogenannte Tannenbaumprofile der Scheiben eingesetzt und fixiert.

Bei den neuen Triebwerkstypen werden im Verdichter verstärkt integrale Bauteile, sogenannte Blinks (Blade integrated disk), eingesetzt. Dies hat unter anderem den Vorteil, dass das Gewicht der Bauteile re-



2 Die hydrostatische Säulenführung bewirkt höchstmögliche Dämpfung und arbeitet ohne Reibkontakt

duziert werden kann und damit ein höherer Wirkungsgrad des Triebwerks erreicht wird.

### MTU – führender Global Player

Die MTU Aero Engines aus München ist einer der führenden globalen Player in diesem Hochtechnologiesektor. Maßgeblich ist zum Beispiel der Anteil an der Triebwerksentstehung der modernen GTF-Triebwerke, die zukünftig auch im A320 NEO ihren Dienst tun. Dieses Mammutprojekt kann nicht mehr von einzelnen Firmen gestemmt werden. Zusammen mit ihren Partnern Pratt & Whitney und JAEC ist die MTU eine der wesentlichen Säulen. Der Programmanteil der MTU Aero Engines beträgt 18 Prozent. Neben weitreichender Entwicklungsverantwortung ist die MTU für die Fertigung von Bauteilen des Hochdruckverdichters und der

kompletten Niederdruckturbinen zuständig. Wer in diesem Markt derart umfangreiche Aufgaben übernimmt, muss sich seiner Produktqualität sehr sicher sein. Grundlage hierfür sind verlässliche Partner im Fertigungsbereich und grundsätzliche Fertigungseinrichtungen, die Premiumqualität zu jeder Zeit sicherstellen. Die MTU Aero Engines vertraut bei der Fertigung ihrer Rotoren für die Triebwerke in der Neuausrichtung der Münchner Blisk-Produktion auf Dreh-Fräs-Zentren des Typs UniCen 1000 von Monforts, Mönchengladbach (Bild 1). Auf drei Eigenschaften dieser Maschinen ist man hier besonders angewiesen:

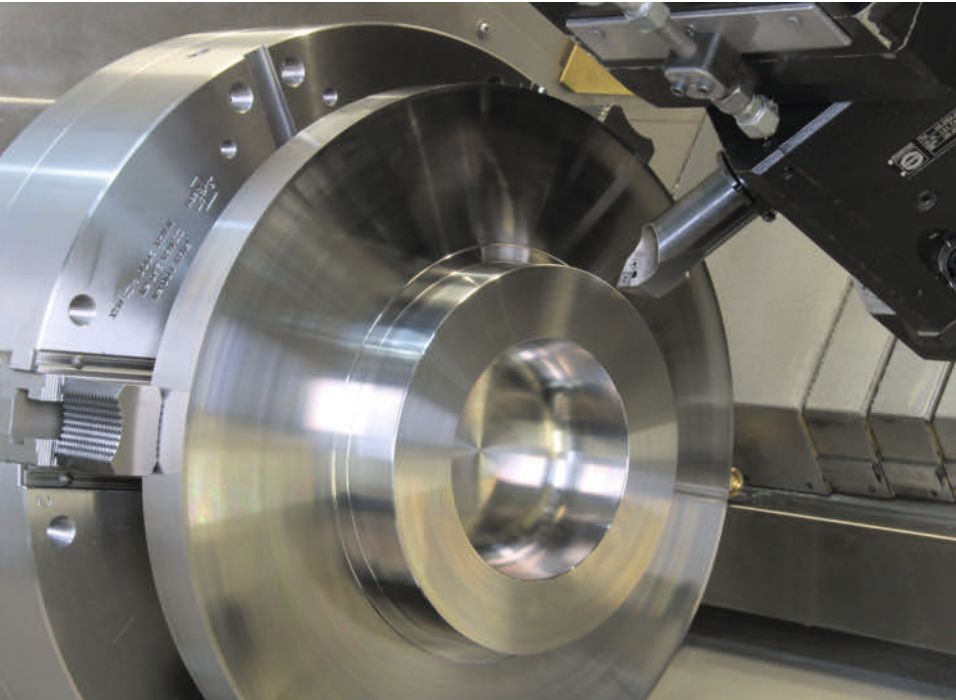
- eine hohe Steifigkeit, die eine sichere Bearbeitung der schwierigen Werkstoffe ermöglicht
- eine ausgeprägte Dämpfung, die verhindert, dass sich Schwingungen ausbreiten
- die Sicherstellung der Produktqualität auf lange Sicht, kurz gesagt: die Dauer Genauigkeit.

Denn bei den Monforts gibt es etwas, das sonst im Markt der Drehmaschinen und Dreh-Fräs-Zentren so keiner macht: eine hydrostatische Rundführung in der Z-Achse der Maschine (Bild 2). >>>

### i HERSTELLER

**A. Monforts Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG**

41006 Mönchengladbach  
Tel. +49 2161 9461-0  
Fax +49 2161 9461-314  
→ [www.monforts-wzm.de](http://www.monforts-wzm.de)



3 Das Drehen mit der B-Achse ermöglicht die Fertigung auch komplexer Geometrien

### »» Hydrostatische Säulenführung

Monforts führt bei der UniCen 1000 den Schlitten mit dem Werkzeugträger auf einer massiven Säule mit einem dünnen Ölfilm. Die umlaufend angeordneten hydrostatischen Taschen halten die Säule durch das unter Druck stehende Öl stets in der Mitte der Schlittenbohrung und erlauben dabei keinen metallischen Kontakt. Daher arbeitet diese Führung ohne Reibkontakt und ist wartungs- und verschleißfrei. Der Ölfilm zwischen Bohrung und Säule verleiht der Maschine sehr gute Dämpfungseigenschaften. Es ist besonders bei schwerer Zerspanung vorteilhaft, wenn sich Schwingungen nicht ausbreiten können – die Werkzeuglebensdauer verlängert sich massiv. Vorteil der geringen Reibung ist auch, dass der Stick-Slip-Effekt nicht auftritt. Dies wirkt sich besonders bei kleinen Verfahrbewegungen günstig aus. So können auch kleinste Weginkremente von 1 µm stick-slip-frei verfahren werden.

### 5-Achs-Fräsen

In der Fertigung der rotierenden Teile bedeutet der Trend zu den Integralbauteilen (Blisk), dass die bisherige Trennung zwischen den Drehteilen (Scheiben und Ringen) sowie den Frästeilen (Schaufeln) nicht mehr gegeben ist. Die Bearbeitungsmaschinen müssen nun beide Verfahren in

einer Maschine möglichst wirtschaftlich abbilden, oder es muss ein kosten- und qualitätsgünstiger Transfer der Bauteile zwischen verschiedenen Maschinen realisiert werden.

Bei MTU Aero Engines löst man diese Aufgabe mit Multitask-Maschinen, die auf beiden Gebieten des Drehens und des Fräsens ihre Fähigkeiten ausspielen können. Die UniCen 1000 von Monforts ist hier mit einer schwenkbaren Motorfrässpindel ausgestattet, die eine 5-achsige Fräsbearbeitung im Zusammenspiel der Achsen X, Y, Z, B und C ermöglicht. Typische Bearbeitungsaufgaben sind kombinierte, eng tolerierte Drehfräsoptionen im Scheibenbereich der Bauteile.

### Flexibel drehen

Durch technologische Weiterentwicklungen wurden die Geometrien an den Rotoren bei den neuen, modernen Triebwerken immer komplexer. Das bedeutet für die Drehbearbeitung, dass konventionel-

le Revolverdrehmaschinen bei der Konturbearbeitung an Grenzen stoßen. Bei der UniCen 1000 kann die B-Achse auch interpolierend zum Drehen eingesetzt werden (Bild 3). Damit lassen sich dann auch komplexe Geometrien, wie Hinterschneidungen, fertigen. Die Drehwerkzeuge sind dabei in der Frässpindel steif in einer Hirth-Verzahnung verrastet.

### Hochdruck-Kühlschmiermittel

Ein guter Weg zur Optimierung der sensiblen Prozessparameter für eine Steigerung der Produktivität ist die Verwendung von Hochdruck-Kühlschmiermittel. Bei diesem Kühlkonzept wird ein Kühlmittelstrahl direkt zwischen Werkzeug und Span gepresst und kühlt damit direkt an der Stelle der Wärmeentstehung. Durch die deutlich verbesserte Kühlung bricht der Span entweder durch einen thermischen Schock, oder er wird einfach mechanisch gebrochen. Das Kühlkonzept ermöglicht damit deutlich höhere Schnittgeschwindigkeiten und beseitigt auch das Problem mit den bei diesen Materialien auftretenden sehr langen Spänen. Bei der Bearbeitung mit der UniCen 1000 lässt sich Kühlschmiermittel bis zum Druck von 120 bar durch die innere Zuführung einsetzen.

### Flexible Maschinenanpassung

Der Stellplatz für Maschinen ist in jeder Produktionshalle ein knappes Gut, so auch bei der MTU Aero Engines. Die am Markt verfügbaren Dreh-Fräs-Zentren verfügen häufig über eine deutlich größere Drehlänge, als sie für die Fertigung der scheibenförmigen Komponenten für die Rotoren im Turbomaschinenbau benötigt werden. So war dies auch bei Monforts mit 1500 mm Drehlänge der Fall. Um dem Kunden hier zu helfen, verkürzte Monforts flexibel die Maschine auf eine Drehlänge von 800 mm für diese spezielle Anwendung, was eine generelle Verkürzung der Maschine um 1200 mm bedeutete. Das schafft mehr Platz in der Maschinenhalle, den die MTU nun deutlich besser zu nutzen weiß. ■

→ WB110548

### i ANWENDER

MTU Aero Engines GmbH  
80995 München  
Tel. +49 89 1489-0  
Fax +49 89 1489-5500  
→ [www.mtu.de](http://www.mtu.de)

Dr. Dominic Deutges ist Leiter Produktmanagement, Marketing & neue Technologien bei der A. Monforts Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG in Mönchengladbach  
→ [deutges@monforts-wzm.de](mailto:deutges@monforts-wzm.de)