

## Turbinen robotergestützt reparieren

FORSCHUNG KOMPAKT

06 | 2013 || Thema 6

Die deutsche Turbomaschinenbranche boomt. In den vergangenen 25 Jahren konnte sie ihren Anteil am Weltmarkt von 15 auf 30 Prozent verdoppeln. Immer wichtiger für die Hersteller wird das Servicegeschäft, also Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten (englisch: Maintenance, Repair and Overhaul, kurz MRO). Besonders beanspruchte Teile der Turbomaschinen sind die Schaufeln in Verdichter und Turbine. Ihre Aufgabe ist es, die Strömungsenergie in mechanische Energie umzuwandeln. Sie sorgt dafür, dass Flugzeugtriebwerke den nötigen Schub oder Kraftwerksgeneratoren ausreichend Strom erzeugen.

»Schäden an Schaufeln von Flugzeugturbinen entstehen zum Beispiel durch Verschleiß aufgrund Schwingung und Reibung oder Erosion durch Sand- und Staubpartikel. Weitere Auslöser sind harte Landungen, wenn einzelne Triebwerkskomponenten einander berühren oder größere Objekte, die in das Triebwerk einschlagen«, erklärt Martin Bilz, Leiter »Fertigungstechnologien« am Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK in Berlin. Die geometrisch komplexen, meist aus titan- oder nickellegiertem Stahl bestehenden Bauteile verbiegen oder reißen ein, der Luftstrom ist nicht mehr optimal. Das kann dazu führen, dass die Leistung der Triebwerke abfällt und der Spritverbrauch steigt.

### Zeitaufwendige Handarbeiten

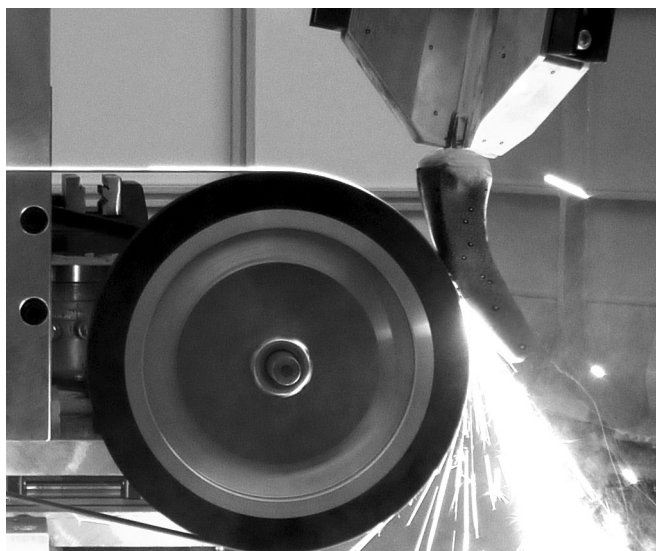
Die beschädigten Bauteile zu reparieren lohnt sich. Eine einzelne Turbinenschaufel kann je nach Stufe und Triebwerksgröße mehrere tausend Euro kosten. Bei bis zu 80 Schaufeln pro Maschine wären die Betreiber der Anlagen schnell mit sehr hohen Summen konfrontiert. Die Reparatur ist dagegen über 50 Prozent günstiger. Doch deren Prozesse sind sehr aufwendig. Die einzelnen Arbeitsschritte lassen sich nicht einfach in die größtenteils automatisierte Serienfertigung integrieren. Spezialisten bearbeiten die Werkstücke per Hand oder mit speziell eingerichteten Werkzeugmaschinen. Abhängig von deren Größe kann es von mehreren Stunden bis zu einigen Tagen dauern, bis eine einzelne Schaufel wieder Instand gesetzt ist. Aufgrund der strengen Qualitätssicherung in der Luftfahrtindustrie stehen beispielsweise einzelne rotierende Triebwerkskomponenten oft erst nach zwei bis drei Wochen wieder zur Verfügung.

Im Rahmen des Fraunhofer-Innovationsclusters MRO setzten sich die Forschungseinrichtungen IPK und das Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb IWF der TU Berlin deshalb zum Ziel, ein automatisiertes, robotergestütztes Verfahren zu entwickeln. »Während Werkzeugmaschinen gleichbleibend teuer sind, werden Roboter immer günstiger und sind mittlerweile auch für Bearbeitungsaufgaben einsetzbar«, begründet Bilz den Ansatz der Institute. Den Forschern zur Seite standen Spezialisten von Turbomaschinenherstellern wie MAN, MTU, Rolls-Royce und Siemens. Gemeinsam mit weiteren Partnern aus Wirtschaft und Forschung gelang es dem IPK, nicht nur einzelne

Prozessschritte für die Automatisierung fit zu machen. Bilz und seine Kollegen entwickelten auch ein Verfahren, bei dem ein Roboter innerhalb einer einzelnen Fertigungszelle mehrere Reparaturstationen durchläuft. Das Besondere: Der Roboter hat das Bauteil zu jeder Zeit fest im Griff und wendet sich den – in einem Umkreis von etwa 15 Quadratmetern um ihn herum gelegenen – Stationen einzeln zu. Er reinigt das Bauteil, erfasst seine Geometrie und die Fehlstellen und bearbeitet es spanend nach.

»Die robotergestützte Fertigungszelle ist nicht nur ein gutes Beispiel für ressourcenschonende und energieeffiziente MRO-Prozesse, sondern hat auch Impulse für die Neufertigung von Turbomaschinenkomponenten gebracht. Es macht beispielsweise die Reparatur von Verdichterschaufeln genauer, schneller und günstiger. Wir wollen nun sehen, dass die Technologie auch rasch in den Fertigungshallen der Industrie ankommt«, beschreibt Bilz die Bedeutung seiner Entwicklung für die Industrie. Wissenschaftler des IPK zeigen das Verfahren auf der Paris Air Show (SIAE) vom 17. bis 23. Juni 2013 in Paris-Le Bourget (Halle 1, Stand 316).

Fraunhofer treibt das Thema weiter voran: Ende Mai startete das neue Innovationscluster »Life Cycle Engineering für Turbomaschinen«. Mit dabei sind neben dem IPK die beiden Berliner Fraunhofer-Institute für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM und für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI sowie das Dresdner für Keramische Technologien und Systeme IKTS. Bilz fasst die Inhalte des Clusters wie folgt zusammen: »Unser Ziel ist es, energieeffiziente und ressourcenschonende Technologien für alle Lebenszyklen von Turbomaschinen bereitzustellen. Neben MRO betrachten wir hier auch die vorgelagerten Prozessschritte Design und Produktion. Im Mittelpunkt stehen dabei Triebwerke in der Luftfahrt und Gasturbinen in der Energieerzeugung.«



**An der Schleifstation bessert der Roboter automatisiert die beschädigten Stellen einer Turbinenschaufel aus.**  
(© IWF TU Berlin) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)