



**k+k-PR GmbH Peter und Wolfgang Klingauf**  
**Agentur für Presse und Öffentlichkeitsarbeit**  
Von-Rad-Str. 5 f, 86157 Augsburg  
Tel.: +49 (0) 821 / 52 46 93; Fax: +49 (0) 821 / 22 93 96 92  
info@kk-pr.de; www.kk-pr.de



**WEISS Spindeltechnologie GmbH**  
A Siemens Company

# PRESSEINFORMATION

Schweinfurt, 01.10.2013

## Turbinenprofile optimieren – Sprit sparen

### Sonderspindel aus Schweinfurt unterstützt Entwicklungen des DLR Göttingen

*Um die Effizienz von Flugzeugtriebwerken zu erhöhen und deren Treibstoffverbrauch zu senken, wird aufwändig an einzelnen Komponenten der Triebwerke – wie Fan, Verdichter, Brennkammer, Turbine – geforscht und entwickelt. Eine Basis dafür sind Turbinenprüfstände, über die das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Göttingen verfügt. Hier werden experimentelle aerodynamische Untersuchungen an ein- und mehrstufigen Forschungsturbinen durchgeführt. Zur Erleichterung der Montage / Demontage und zur besseren Zugänglichkeit für umfangreiche Messtechniken werden die Turbinenrotoren im Gegensatz zum Flugzeugtriebwerk einseitig in der Messstrecke gelagert. Für diese spezielle Lagerung kommen innovative Spindeleinheiten zum Einsatz, die bei Weiss Spindeltechnologie entwickelt werden.*

Um den Energieverbrauch und Schadstoffausstoß von Flugzeugen zu senken, dreht die Luft- und Raumfahrtindustrie an vielen Stellschrauben. Neben gezielten Gewichtseinsparungen legt man großen Wert darauf, den Wirkungsgrad der ohnehin effizienten Strahltriebwerke weiter zu erhöhen, weil selbst kleine Verbesserungen noch erheblichen wirtschaftlichen und ökologischen Nutzen erbringen. Der Erfolg gibt den Bemühungen von Industrie und Wissenschaft Recht. Gegenüber der Technik von 1985 verbrauchen heutige Triebwerke gut 15 Prozent weniger Treibstoff, und es sind noch weitere Verbesserungen in Sicht.

Prof. Dr. Ingo Röhle, Leiter der Abteilung Turbine des Instituts für Antriebstechnik am DLR, Göttingen, weiß, worauf es dabei ankommt: „In den Verdichtern und Brennkammern steckt noch Potenzial. Darüber hinaus sind Optimierungen an den hinter der Brennkammer angeordneten Turbinen möglich. Daran arbeiten wir und betreiben hierzu den Windkanal RGG als Turbinenprüfstand.“ Der Windkanal RGG (Rotierende Gitter Göttingen) wurde erstmals 1972 in Betrieb genommen und seither stetig weiterentwickelt. So ist es heute möglich, sowohl die Stator- und Rotorscheaufeln als auch ganze Turbinenstufen in europaweit einmaliger Weise zu untersuchen und damit entscheidend zu weiteren Optimierungen beizutragen.

Der Aufbau des RGG-Versuchsstandes ist hochkomplex und benötigt allein für die Erzeugung der gewünschten Strömungsbedingungen viel Platz. Das Prinzip: Der RGG ist eine im geschlossenen Kreislauf kontinuierlich betriebene Anlage mit trockener Luft als Strömungsmedium. Mit dem von einem 1-MW-Gleichstrommotor angetriebenen vierstufigen Radialverdichter werden die Zuströmbedingungen und das gewünschte Druckverhältnis über die Turbine eingestellt. Dabei können sowohl in der Messstrecke als auch in der Turbine Strömungsgeschwindigkeiten im transsonischen und supersonischen Schallbereich gefahren werden. Hans-Jürgen Rehder, wissenschaftlicher Leiter des RGG-Versuchsstandes, erklärt dazu: „Neben der Machzahl sind die Reynoldszahlen für uns wichtige Ähnlichkeitsparameter, die im Prüfstand mit denen im realen Triebwerk übereinstimmen müssen, um möglichst realistische Testbedingungen zu erreichen.“

#### **Turbinenrotoren einseitig gelagert**

Die Leistungsabnahme der Turbinen und die Einstellung der Drehzahlen erfolgt über einen Gleichstrommotor als Bremsgenerator.

Die gewonnene elektrische Leistung wird dabei in das öffentliche Stromnetz zurückgespeist.

Bei maximalen Drehzahlen von bis zu 14.000 U/min ist die Lagerung der Turbinenrotoren von großer Bedeutung. Stabilität, das heißt ein ruhiger Lauf und die Aufnahme von Axialkräften bei gleichzeitiger genauer Positionierung der Rotoren zählt hier zu den entscheidenden Kriterien. „Dabei wurde schon von Anfang an eine einseitige bzw. fliegende Lagerung der Rotoren angestrebt“, verdeutlicht Hans-Jürgen Rehder.

Die Idee: Mit einer einseitigen Lagerung kann die Montage und Demontage der zu testenden Rotoren deutlich vereinfacht werden. Darüber hinaus werden die Zugänglichkeit und der Einsatz von Messtechniken erleichtert. So lassen sich beispielsweise auch Telemetrie-Systeme einsetzen, die Messsignale übertragen, die von den Drücken und Temperaturen auf den rotierenden Schaufeln stammen.

Schnell war klar, dass sich die physikalischen Anforderungen nur durch den Einsatz einer stabilen und schnelllaufenden Lagerspindel erreichen lassen, wie sie zum Beispiel auch in Werkzeugmaschinen zur Anwendung kommt. Dementsprechend nahmen die Wissenschaftler Kontakt mit mehreren Spindelanbietern auf. Manche waren technisch nicht in der Lage, die Wünsche des DLR zu erfüllen. Andere sahen keine Möglichkeit den entwicklungsstechnischen Aufwand wirtschaftlich abzubilden. Einzig die Siemens-Tochter Weiss Spindeltechnologie GmbH, Schweinfurt, zeigte sich als Innovationsführer der Branche in der Lage, Preis und Leistung einer solchen Spezialkonstruktion zu vereinbaren.

## Sonderspindel im RGG

So kam es zum Auftrag für eine Sonderspindel, die in horizontaler Lage in den Windkanal eingebaut wurde. Ausgelegt für Drehzahlen bis 15.000 U/min, wurden die Abmaße in punkto Länge und Durchmesser den Bedürfnissen des Instituts für Antriebstechnik angepasst. Zudem nimmt die Weiss-Spindel auftretende Axialkräfte von bis zu 24 kN problemlos auf und sorgt dafür, dass die notwendige Rotorlaufgenauigkeit durchgängig eingehalten wird. Auch der Drehzahlkennwert von 1,8 Mio. mm/min lässt sich problemlos erzielen.

Um diese Ziele zu erreichen, haben Weiss-Techniker die Lager der Spindel so konstruiert, dass die vorderen und hinteren Lagerpaare separat vorgespannt werden können. Dadurch ist es möglich, die axiale Steifigkeit sowohl in Zug- als auch in Druckrichtung separat einzustellen. Darüber hinaus haben die Entwickler um die Wälzlager herum eine zusätzliche hydrostatische Lagerung zur radialen Dämpfung angebracht. Den entscheidenden Vorteil erläutert Gerhard Jehn, Vertriebsingenieur bei Weiss: „Über den Druck und die Viskosität des Hydromediums lassen sich die Dämpfungseigenschaften des Systems und damit der gesamten Spindel so einstellen, dass sie stets ruhig läuft. Es ist sogar problemlos möglich, über die sonst gültigen Grenzen des Resonanzbereichs zu fahren, ohne Nachteile in punkto Laufqualität befürchten zu müssen.“

All diese Eigenschaften machen die im RGG eingesetzte Sonderspindel so wertvoll. „Wenn der Rotor auch nur ein bisschen exzentrisch laufen würde, könnten wir keine exakten Messungen mehr garantieren“, freut sich Peter-Anton Gieß darüber, dass es Weiss gelungen ist, mit der Sonderspindel sämtliche Anforderungen zu erfüllen. Hans-Jürgen Rehder ergänzt: „Entscheidend für das gute Ergebnis waren sicherlich die regelmäßigen Abstimmungen während der Entwicklungsphase

und die hohe fachlichen Kompetenz der Schweinfurter Konstrukteure.“

Zu den wichtigen technischen Merkmalen der Spindel zählt neben der soliden Grundkonstruktion und der aufwändigen Lagerung auch der speziell für den Messstand integrierte Encoder, mit dessen Hilfe sich die Drehzahlen genau bestimmen lassen. Ergänzend überwachen zusätzliche Schwingungsaufnehmer den ruhigen Lauf.

Mittels acht Sensoren werden darüber hinaus ständig die Öltemperaturen der Lagerschmierung in der Spindel erfasst und gegengeprüft. Denn eine dauerhaft reibungsarme Rotation kann nur gelingen, wenn ein bestimmter Temperaturkorridor eingehalten wird. Um diesen zu erreichen, wird die Anlage mit festgelegten Drehzahlen warmgefahren. Erst wenn alle Sensoren im richtigen Bereich sind, beginnen die Wissenschaftler des DLR mit ihren Messungen.

### **Neuer Turbinenstand – gleiches Lagerprinzip**

Aufgrund der rasant fortschreitenden Turbinenentwicklungen wird der RGG-Windkanal trotz ständiger Anpassungen künftig nicht mehr alle Anforderungen der Turbomaschinenindustrie abdecken können. Davon sind Abteilungsleiter Prof. Ingo Röhle und sein leitendes Wissenschaftsteam überzeugt. Deshalb baut das DLR Göttingen bereits seit rund zwei Jahren den neuen Turbinenstand NG-Turb (Next Generation Turbine Test Facility), der in Europa einmalig ist und im Jahr 2014 den Betrieb aufnehmen soll. Mit einer Antriebsleistung von 3,7 MW wird der vierstufige Verdichter einen Volumenstrom von 60.000 bis 230.000 m<sup>3</sup>/h erzeugen. Auch die Art und Umsetzung der Rotor-Lagerung steht bereits fest. Der NG-Turb wird insbesondere Untersuchungen an 2-welligen Turbinenkonfigurationen ermöglichen – beispielsweise an Kombinationen von Hoch- und

Niederdruckturbinen. Hierbei sollen letztlich beide Rotoren unabhängig voneinander einseitig gelagert werden, aufgrund der positiven Erfahrungen am RGG wieder mit je einer Weiss-Spindel.

#### KASTEN

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Göttingen, ...

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) beschäftigt insgesamt rund 7400 Mitarbeiter und erwirtschaftet einen Jahresumsatz von etwa 800 Mio. Euro. Dieser verteilt sich auf 32 Institute, die deutschlandweit an 16 Standorten angesiedelt sind. Mit einer mehr als 100-jährigen Geschichte kann das DLR in Göttingen auf viel Erfahrung zurückblicken. Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts wurden hier Untersuchungen für Zeppeline und die ersten Flugzeuge durchgeführt. Inzwischen gilt Göttingen als „Wiege der Aerodynamik“. Hier stehen unter anderem mehr als 20 Windkanäle für experimentelle Untersuchungen sowie einige Großforschungsanlagen zur Verfügung.

**Bildunterschriften:**

B1



*B01\_WEISS\_DLR-Göttingen\_Flugzeugtriebwerk.jpg:*

*Beim DLR in Göttingen werden unter anderem die in Flugzeugtriebwerken hinter der Brennkammer befindlichen, mehrstufigen Turbinen getestet.*

B2



*B02a\_WEISS\_DLR-Göttingen\_5502.JPG*

*B02b\_WEISS\_DLR-Göttingen\_5486.JPG:*

*Die verantwortlichen Wissenschaftler im DLR Göttingen Prof. Dr. Ingo Röhle, Leiter der Abteilung Turbine des Instituts für Antriebstechnik, sein Stellvertreter Dr. Peter-Anton Gieß sowie Hans-Jürgen Rehder, wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter für den Aufbau des*

*neuen Turbinenprüfstandes NG-Turb, sind froh in Gerhard Jehn, Vertriebsingenieur bei Weiss Spindeltechnologie, und seinem Unternehmen einen kompetenten Partner in Spindelfragen gefunden zu haben.*

B3



*B03a\_WEISS\_DLR-Göttingen\_5478.JPG*

*B03b\_WEISS\_DLR-Göttingen\_5483.JPG*

*B03c\_WEISS\_DLR-Göttingen\_5515\_2.JPG:*

*Hans-Jürgen Rehder ist Ingenieur und wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Turbine: „Optimierungen an den Turbinen tragen dazu bei, die Effizienz von Flugzeugtriebwerken zu erhöhen sowie den Energieverbrauch und Schadstoffausstoß zu senken.“*

B4



*B04a\_WEISS\_DLR-Göttingen\_5511.JPG*



*B04b\_WEISS\_DLR-Göttingen\_5501.JPG:*

*Im Windkanal für Rotierende Gitter, Göttingen, kurz RGG, und im neuen im Aufbau befindlichen Turbinenprüfstand NG-Turb werden die zu untersuchenden Turbinenrotoren auf einer Weiss-Spindel einseitig gelagert. Dadurch vereinfachen sich Montage und Demontage der Rotoren deutlich.*

*B5*



*B05\_WEISS\_x:*

*Die im RGG eingesetzte Spindel von Weiss verfügt unter anderem über eine optimierte Lagerung. Es können sowohl die vorderen als auch die hinteren Lagerpaare separat gespannt werden. Darüber hinaus verfügt sie über eine zusätzliche hydrostatische Lagerung, die die Dämpfungseigenschaften der Spindel optimiert.*