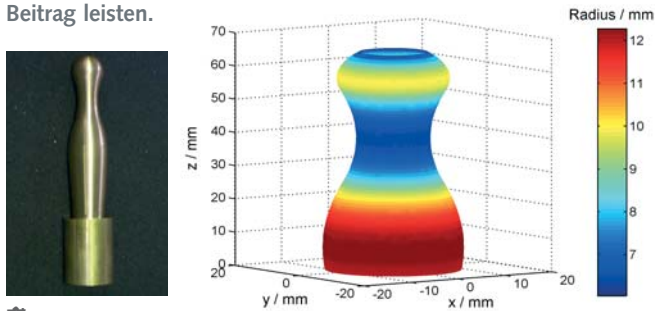


Innovationen in der Sensor- und Messtechnik sind eine Quelle für Fortschritte in der Energie- und Werkstofftechnik. Die Verbesserung des Wirkungsgrads und der Zuverlässigkeit stellt eine Herausforderung dar. Moderne Lasersensorik soll hierfür einen Beitrag leisten.



Optische in-situ-Formvermessung: Werkstück (links), gemessene 3D-Form (rechts).

Kontakt:
Technische Universität Dresden
Fakultät Elektrotechnik und
Informationstechnik
Helmholtzstrasse 18
01069 Dresden
Professur für Mess- und Prüftechnik
Prof. Dr. habil. Jürgen Czarske
Dr. Thorsten Pfister
Tel.: +49-351-463-37657
Fax: +49-351-463-37716
E-Mail: juergen.czarske@tu-dresden.de
<http://eeemp1.et.tu-dresden.de>

Dynamische Lasersensorik

Hochaufgelöste Formmessung von schnell rotierenden Körpern

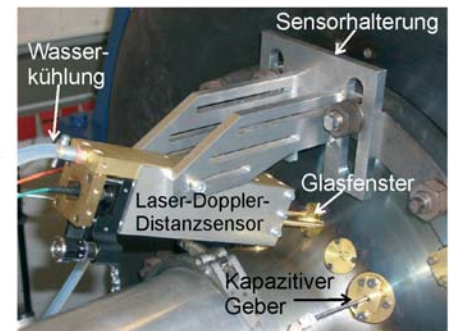
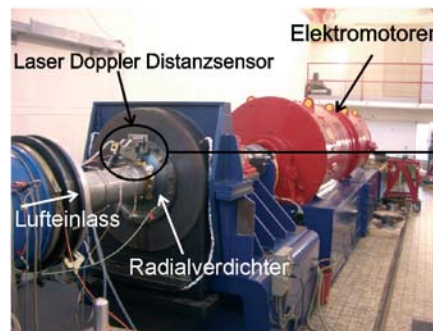
Die Verbesserung der Betriebssicherheit, der Lebensdauer und insbesondere der Energieeffizienz von rotierenden Maschinen, wie Flugtriebwerken, Gas- und Dampfturbinen, ist nicht zuletzt aus ökologischer Sicht von großem Interesse. Die Beherrschung der Rotordynamik ist von großer Bedeutung, um Verluste und Verschleiß minimieren zu können. Als Beispiel sei hier die Messung der Spaltweite zwischen den rotierenden Schaufeln und dem Gehäuse von Turbomaschinen angeführt. Um einen hohen Wirkungsgrad zu erzielen, sollte der Spalt so schmal wie möglich gewählt werden, um Leckströmungen zu reduzieren. Andererseits dürfen die Turbinenschaufeln auch bei wechselnden Betriebsbedingungen durch Temperatur-, Druck- und Zentrifugalkrafteinfluss nicht das Gehäuse berühren, da dies zur Zerstörung der Maschine führen könnte.

Die Vorteile von Lasersensoren sind wohlbekannt: Berührungslose Messungen können mit hoher örtlicher Auflösung vorgenommen werden. Für die präzise Vermessung der Oberfläche von stehenden Objekten steht eine Vielzahl von Lasersensoren zur Verfügung. Sollen aber schnell bewegte Objekte, wie Turbinenschaufeln mit Rotationsgeschwindigkeiten im Überschallbereich, präzise vermessen werden, kommen kommerziell verfügbare Lasersensoren nicht in Frage.

Für die dynamische Vermessung wurde der Laser-Doppler-Distanz (LDD)-Sensor entwickelt. Der weltweit einzigartige Sensor zeichnet sich durch eine Messunsicherheit der axialen Distanz bis in den Nanometerbereich und eine Messrate im Megahertz-Bereich aus. Die Messunsicherheit der Distanz ist von der lateralen Geschwindigkeit prinzipiell unabhängig, womit ein Alleinstellungsmerkmal gegeben ist.

Diese Vorteile des LDD-Sensors wurden für einen transsonischen Radialverdichter des Deutschen Zen-

trums für Luft- und Raumfahrt (DLR, Köln) in die Anwendung umgesetzt. Aufgrund der rauen Umgebungsbedingungen kam ein faseroptischer Sensor zum Einsatz. Es wurden präzise Messungen der Spaltweite bis zu Drehzahlen von 50.000 min^{-1} und Umfangsgeschwindigkeiten von 586 m/s durchgeführt. Sowohl für Betriebs- als auch für Labormessungen steht nun der LDD-Sensor zur Verfügung, um die Energieeffizienz und die Betriebssicherheit von Turbomaschinen zu verbessern.



Eine Vielzahl von weiteren Anwendungen kann mit dem weltweit einzigartigen LDD-Sensor erschlossen werden. Beispielsweise ist es aus Qualitäts- und Kostengründen von Bedeutung, Formen von Bauteilen bereits während der Fertigung im Prozess zu erfassen. Mit nur einem optischen Zugang kann der Durchmesser des Werkstücks erfasst werden und damit „First Part Quality“ gewährleistet werden. Weitere Anwendungen sind mit der Erfassung des Dehnungsspannungsverhaltens von komplexen Materialien, wie Faserverbundwerkstoffen, gegeben. Hierfür steht an der TU Dresden am Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik ein Rotorprüfstand zur Verfügung, der Drehzahlen bis zu 250.000 min^{-1} ermöglicht.

Für die zugrundeliegenden Erfindungen wurden bereits Schutzrechte angemeldet. ■

Radialverdichter-Prüfstand des DLR (links) und vergrößerte Ansicht des Verdichters mit dem montierten LDD-Sensor für die zeitaufgelöste Überwachung der Spaltbreite (tip clearance) zwischen den Turbinenschaufeln und dem Gehäuse mit Messunsicherheiten von etwa 20 μm (rechts). (Fotos: TUD)