

## Optimale Auslegung von Radialverdichtern

Radialverdichter weisen ein vielfältiges Anwendungsspektrum auf. Ihr bekanntestes Einsatzgebiet sind Turbolader, die die Energie der Motorabgase zur Verdichtung der Verbrennungsluft nutzen und damit die Motorleistung erhöhen. Aufgrund der effizienzsteigernden Wirkung sind Turbolader ein unverzichtbarer Bestandteil von Verbrennungskraftmaschinen wie beispielsweise Pkw- oder Schiffsdieselmotoren. Um sie optimal auszulegen, sind experimentelle Voruntersuchungen an Prüfständen unerlässlich. Experten aus Wissenschaft und Turbomaschinenindustrie haben in einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und aus FVV-Eigenmitteln finanzierten Projekt einen neuen Hochleistungsprüfstand gemeinsam an der RWTH



Der neue FVV-Prüfstand am IST ist eine der leistungsfähigsten Radialverdichter-Forschungsanlagen in Europa

Aachen entwickelt und aufgebaut. Die Anlage wurde so spezifiziert, dass sie die gesamte Bandbreite der industriellen Anwendungen abdecken kann und dabei auch flexibel und erweiterbar ist. Weitere wichtige Aspekte des Prüfstandkonzepts waren eine robuste Sicherheits- und Schallschutztechnik sowie eine moderne (Druck- und Temperatur-)Messtechnik und Anlagensteuerung. Mit einer Antriebsleistung von 2 MW und seinen herausragenden technischen Eigenschaften ist der neue FVV-Prüfstand eine der leistungsfähigsten Radialverdichter-Forschungsanlagen in Europa. Er ermöglicht Druckverhältnisse – Verhältnis von End- zu Saugdruck – von 6 bis 7 sowie die Untersuchung von transsonischen Verdichterstufen. Im Fokus der künftigen Forschungsarbeiten stehen die Optimierung der transsonischen Radialverdichterstufen hinsichtlich geringerer Lärmmissionen und höherer Effizienz sowie eine weitere Spezifizierung der numerischen Berechnungsmethoden. Derzeit laufen auf dem Prüfstand Leistungs- und Akustikmessungen an den Radialverdichter-Laufrädern SRV-4 und NUMECA-C. Die optimierten Eigenschaften beider Laufräder waren bisher nur rechnerisch gezeigt worden. Eine experimentelle Validierung ist daher zwingend notwendig, um die Leistungssteigerung und Lärmreduzierung auch tatsächlich im Test nachweisen zu können. Ein Beispiel von vielen das zeigt, wie wichtig dieser neue Prüfstand für die Hersteller und Dienstleister der Turbomaschinenindustrie zur optimalen Auslegung von Radialverdichtern ist.

**FORSCHUNGSSTELLEN:**  
**INSTITUT FÜR STRAHLANTRIEBE  
 UND TURBOARBEITSMASCHINEN (IST),  
 RWTH AACHEN UNIVERSITY**  
**OBLEUTE: DR.-ING. KARL-HEINZ  
 ROHNE, ABB TURBO SYSTEMS AG,  
 UND DR.-ING. THOMAS HILDEBRANDT,  
 NUMECA INGENIEURBÜRO**



Radialverdichter-  
 Laufrad  
 SRV-4

### FORSCHUNGSVEREINIGUNG VERBRENNUNGSKRAFT- MASCHINEN E. V.

Die FVV wurde 1956 gegründet und hat sich zum weltweit einmaligen Netzwerk der Motoren- und Turbomaschinenforschung entwickelt. Sie treibt die gemeinsame, vorwettbewerbliche Forschung in der Branche voran und bringt Industrieexperten und Wissenschaftler an einen Tisch, um die Wirkungsgrade und Emissionswerte von Motoren und Turbinen kontinuierlich zu verbessern – zum Vorteil von Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft. Außerdem fördert sie den wissenschaftlichen Nachwuchs. Mitglieder sind kleine, mittlere und große Unternehmen der Branche: Automobilunternehmen, Motoren- und Turbinenhersteller sowie deren Zulieferer.

Kontakt:

Petra Tutsch

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Forschungsvereinigung

Verbrennungskraftmaschinen e.V.

Lyoner Straße 18 | 60528 Frankfurt/Main

Telefon +49 69 66 03-1457

Fax +49 69 6603-2457

tutsch@fvv-net.de

<http://www.fvv-net.de>



## Erweiterung eines Motorsteuerungsmodells für Motoren mit Hochaufladung

In einem BMWi/AiF-geförderten FVV-Forschungsvorhaben wurde eine in vorangegangenen FVV-Projekten entwickelte Motorsteuerungssoftware für den Betrieb von auch mehrstufig aufgeladenen Ottomotoren erweitert. Zur Bestimmung der bei spüldem Ladungswechsel im Zylinder verbleibenden Luftmasse wurde ein Verfahren entwickelt, das den bei homogenen Brennverfahren vorliegenden linearen Zusammenhang zwischen dem Liefergrad und dem indizierten Mitteldruck der Hochdruckschleife auswertet und somit nur auf die in der Applikationsphase üblicherweise verwendete Messtechnik zurückgreift. Zur Anpassung des Soll-Luftpfads wurden eine lineare und eine nichtlineare modellprädiktive Regelung zur Einstellung des gewünschten Ladedrucks exemplarisch für eine zweistufige Abgasturboaufladung entwickelt und im Fahrzeug validiert. Die lineare modellprädiktive Regelung zeichnet sich durch einen geringen Applikationsaufwand von einer Stunde aus, liefert aber dennoch bereits mit zwei linearen Modellen, zwischen denen betriebspunktabhängig umgeschaltet wird, über einen weiten Betriebsbereich und unter dynamischen Bedingungen sehr gute Regelergebnisse. Die nichtline-

are Variante bietet aufgrund der Möglichkeit, Beschränkungen des Systems zu berücksichtigen, ein hohes Potenzial, erfordert aber einen erheblichen Aufwand bei der Modellentwicklung und der Umsetzung auf der Hardware. Die entwickelten Funktionen zur Erkennung und Vermeidung von Klopfen und Vorentflammung ermöglichen einen sicheren Betrieb von aufgeladenen Motoren mit einem aufgrund der direkten Auswertung des Zylinderdrucksignals geringen Kalibrieraufwand von 2 h. Die Auslegung eines Niederdruck-Abgasrückführungssystems und die dafür entwickelten Funktionen zur Steuerung und Regelung der einzelnen Komponenten schaffen die Basis für eine Erweiterung der modellprädiktiven Regelung zur gleichzeitigen Regelung des Ladedrucks und der Abgasrückführate.

**FORSCHUNGSSTELLEN:**  
**LEHRSTUHL FÜR VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINEN (VKA),  
 RWTH AACHEN UNIVERSITY**  
**OBMANN: DIPL.-ING. KLEMENS  
 GRIESER, FORD-WERKE GMBH**