

Positive Schwingungen: Verbesserte Vorhersage der Lebensdauer von Turboladern durch FVV-Projekt „Mistuning und Dämpfung“

Frankfurt am Main, 29. September 2014. **Die Kenntnis über kritische Schwingungsformen ist wichtig, um die Lebensdauer von Turbinenlaufrädern von Turboladern zu ermitteln. Turbolader sind zur Leistungs- und Effizienzsteigerung von Kolbenmotoren millionenfach im Einsatz. Forschern der BTU Cottbus-Senftenberg ist es gelungen, ein Vorhersagemodell für kritische Schwingungsformen zu entwickeln und den Einfluss von Druck, Temperatur und Fliehkraft darauf experimentell zu klären. Diese Ergebnisse wurden auf der Herbsttagung der Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e.V. (FVV) vorgestellt.**

Um die Lebensdauer eines Abgasturboladers zu bestimmen, sind umfassende Kenntnisse über dessen Schwingungsverhalten notwendig. Selbst geringste fertigungsbedingte Abweichungen bei den Laufrädern führen zu Verstimmungen, die im Englischen als Mistuning bezeichnet werden. Dieses Mistuning führt zu einer Änderung des strukturdynamischen Verhaltens der Laufräder. Optimalerweise ist dieses Verhalten bereits vor der Auslegung bekannt. Diesem Optimum sind Forscher der BTU Cottbus-Senftenberg im Rahmen der FVV-Projekte „Mistuning und Dämpfung I und II“ bereits sehr nahe gekommen. Ein Team um Prof. Dr. Arnold Kühhorn vom Lehrstuhl Strukturmechanik und Fahrzeugschwingungen des Instituts für Verkehrstechnik hat sich in den vergangenen vier Jahren mit dem Schwingungsverhalten gegossener Turbinenlaufräder beschäftigt. „Im Fokus unserer Untersuchungen standen die Auswirkungen betriebsspezifischer Prozessparameter wie Druck, Temperatur und Fliehkraft auf Mistuning und Dämpfung“, erläutert Kühhorn.

Im ersten Teil des Projekts gelang es, die durch Mistuning bedingte Schwingungsüberhöhung mithilfe eines neuentwickelten Modells zu berechnen. Die dazu erforderlichen experimentellen Untersuchungen erfolgten bei Raumbedingungen. Im zweiten Teil des Projekts konnte das Modell mithilfe umfassender experimenteller Daten weiterentwickelt werden. Ein Radialturbinenlaufrad des Typs MTU ZR 265 kam dabei als Versuchsträger zum Einsatz. Die Messungen zum Druckeinfluss wurden am Prüfstand der BTU Cottbus-Senftenberg, diejenigen zum Einfluss von Temperatur und Fliehkraft an der GEVA-Versuchsanlage in Berlin durchgeführt. GEVA steht für Gesellschaft für Entwicklung und Versuch Adlershof.

„Die experimentellen Ergebnisse lassen klare Rückschlüsse auf bestehende Zusammenhänge zu“, erklärt Kühhorn stolz. Ein am ruhenden Laufrad unter Raumbedingungen identifiziertes Mistuning behält auch unter Rotation, bei verändertem Druck oder einer erhöhten Temperatur seine Gültigkeit. Anders verhält es sich bei der

Dämpfung. Der dominierende Anteil der Dämpfung resultiert aus der Umströmung. So beeinflussen vor allem Gasdruck und Gastemperatur beziehungsweise die Gasdichte den Dämpfungsbeitrag des umgebenden Fluids.

Diese experimentellen Ergebnisse dienen der Validierung des Finite-Elemente-Modells, das zuvor an Hand von messtechnisch bei Raumbedingungen ermittelten Frequenzmistuningdaten abgeglichen wurde. Insbesondere gelang es nachzuweisen, dass mit Hilfe des Modells erzwungene und für die Lebensdauer relevante Schwingungsantworten bei beliebigen Betriebszuständen wirklichkeitsnah berechnet werden können.

„Die hervorragenden Ergebnisse der Projekte können wir in der Industrie unmittelbar anwenden“, erläutert Thomas Winter von der MAN Turbo & Diesel SE, der zugleich Obmann des begleitenden FVV-Industriearbeitskreises ist. Dazu dient ein praxisorientierter Leitfaden, der auf Basis des Modells entwickelt wurde. Kritische Schwingungszustände an Laufrädern, die wichtig für die Lebensdauervorhersage sind, können so bereits in der Designphase ermittelt werden. „Unser Arbeitskreis möchte gern die erfolgreiche Forschungskooperation mit der BTU Cottbus-Senftenberg in einem Folgevorhaben fortsetzen“, so Winter weiter. Für diese Fortsetzung haben der Arbeitskreis und das BTU-Team schon konkrete Ideen entwickelt. Dazu zählen Untersuchungen zur Übertragbarkeit der Ergebnisse auf Turbinenlaufräder beliebiger Größe sowie die Berücksichtigung betriebstypischer Verschleißerscheinungen.

Zur Forschungsvereinigung für Verbrennungskraftmaschinen e.V. (FVV):

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:

Dipl.-Ing. Stefanie Jost-Köstering
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e.V.
Lyoner Strasse 18, 60528 Frankfurt/Main
Telefon: +49 69 6603-1531
Fax +49 69 6603-2531
E-Mail sjk@fvv-net.de
<http://www.fvv-net.de>



BTU-Versuchsanlage: Geöffneter Druckbehälter mit Laufwerk, Quelle: MTU Friedrichshafen