

Betriebsfestigkeit von Hochdruckbauteilen mit kleinen Schwingspielen großer Häufigkeit

Wissenschaftlich-technische Problemstellung und Forschungsziel

In vielen Bereichen der Technik werden durch Steigerung der Drücke die Leistungsgrenzen von Anlagen erhöht. Zu nennen sind insbesondere der Dieselmotorenbau mit Einspritzdrücken bis über 2500 bar, die Innenhochdruckumformung, das Wasserstrahlschneiden und die chemische Verfahrenstechnik.

Für die betriebsfeste Auslegung von Hochdruckbauteilen sind in jüngster Zeit umfangreiche Lastmessungen durchgeführt worden, die u. a. gezeigt haben, dass neben den von den Lastwechseln bedingten Schwingspielen zusätzlich extrem hochfrequente Druckschwingungen infolge diskontinuierlicher Prozesse, wie z.B. Pumpenkolbenbewegungen und Einspritzvorgänge, in großer Häufigkeit ($\sim 10^{10}$ Lastwechsel) auftreten. Das Phänomen der hochfrequenten kleinen Schwingungen tritt in beinahe allen Bereichen des allgemeinen Maschinenbaus auf und ist in manchen Bereichen auch intensiv untersucht (Turbinenschaufeln, Leitwerke von Flugzeugen, Schwingungen in Antrieben), jedoch mit unterschiedlichen, teils sich widersprechenden Ergebnissen.

Zielsetzung des Forschungsvorhabens ist daher die sichere betriebsfeste Bemessung von Bauteilen, die zusätzlich kleinen Schwingungen großer Häufigkeit ausgesetzt sind und deren Maximallasten im Übergangsbereich der Dauerfestigkeit liegen.

Ziel der umfangreichen experimentellen Arbeiten ist es, eine gesicherte experimentelle Basis zur Beurteilung der o. g. Problemstellung und zur angestrebten Weiterentwicklung von Konzepten zur Lebensdauervorhersage zu schaffen.

Der analytische Teil der Arbeit beinhaltet die Erweiterung des Nennspannungskonzepts, des Örtlichen Konzepts und des Bruchmechanikkonzepts für die Betriebsfestigkeitsvorhersage. Die Sensitivität der Konzepte gegenüber den Parametern wird zum besseren Verständnis der Modelle analysiert. Alle Konzepte werden bezüglich Genauigkeit, Robustheit und Aufwand auf der Grundlage der experimentellen Ergebnisse miteinander verglichen. Die so entwickelten und verifizierten Verfahren zur Betriebsfestigkeitsvorhersage sollen mit gleicher Güte auf beliebige Hochdruckbauteile anwendbar sein.

Insgesamt wird mit den erzielten Ergebnissen die Stellung des allgemeinen Maschinenbaus, der Motoren-, Kunststoff- und Pumpenindustrie und insbesondere die ihrer häufig klein- und mittelständischen Zulieferer im globalen Wettbewerb gestärkt werden können.

Forschungsstellen

Prof. Dr.-Ing. Joachim W. Bergmann, Materialforschungs- und -prüfanstalt (MFPA) und Professur Experimentelle Material- und Konstruktionsanalyse an der Bauhaus-Universität-Weimar (BUW)

Prof. Dr.-Ing. Michael Vormwald, Fachgebiet Werkstoffmechanik, Technische Universität Darmstadt

Förderung

Das Forschungsvorhaben 16023 BG des Forschungskuratoriums Maschinenbau (FKM) e.V. wird im Programm zur Förderung der "Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)" vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e.V. (AiF) gefördert.