



Der Hochdruck-Brennkammer-Prüfstand 2 (HBK2) des DLR wurde mit einem neuen Schalldämpfer und einer Strömungsumlenkung ausgestattet.

Noise-Cancelling für Hochdruck-Brennkammer-Prüfstand des DLR

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) forscht am Standort Köln mithilfe von Hochdruck-Brennkammer-Prüfständen an der Entwicklung schadstoffarmer Gasturbinen. Um den hohen Sicherheitsanforderungen zu entsprechen, wurde das Abgassystem eines der Prüfstände erneuert. Neben der Strömungsumlenkung stand auch die Schalldämmung der Anlage im Fokus.

Ulf Möhrke

Der Klimawandel und die daraus folgende Forderung nach CO₂-neutralen Antriebsmaschinen macht auch vor der fliegenden und stationären Gasturbine nicht halt. Hersteller von solchen Turbinen sind daher bestrebt, die CO₂-Emission des Verbrennungsprozesses zu reduzieren – mit dem

langfristigen Ziel einer CO₂-neutralen thermischen Strömungsmaschine. Der Fokus in der Entwicklung solcher Maschinen liegt auf der Brennkammer. Entsprechende experimentelle Untersuchungen werden vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) am Standort Köln durchgeführt.

Dabei kommt ein Hochdruck-Brennkammer-Prüfstand zum Einsatz – der HBK2 – in dem sich unterschiedliche Anwendungsfälle simulieren und kontrollieren lassen. Das Abgassystem des HBK2 war den mechanischen und thermischen Belastungen durch den



Der HBK2 – hier noch ohne Fassade zu sehen – entspricht nach dem Umbau den akustischen Anforderungen an eine solche Prüfanlage.

Abgasstrom aufgrund der gestiegenen Anforderungen im Gasturbinenbau nicht mehr gewachsen. Nach jedem Testzyklus wurden Ermüdungsrisse an den Umlenkschaufeln im Abgassystem festgestellt, die aufwendig saniert werden mussten. Daher beschloss das DLR im Jahr 2019, das betroffene Abgassystem des HBK2 neu zu bauen. Den Auftrag für die Entwicklung und die Errichtung inklusive Schalldämpfer und Strömungsumlenkung vergab das DLR an G+H Schallschutz. Das Unternehmen hatte bereits 2014 Abgaskamin und Schalldämpfer für den größeren Prüfstand HBK5 entwickelt und geliefert.

Neues Konzept mit CFD-Simulation

Der Auftrag beinhaltete besondere Herausforderungen: Zum einen mussten die Arbeiten in weniger als einem halben Jahr abgeschlossen sein. Zum anderen durften weder die Mündungshöhe des alten Schalldämpfers überschritten noch das vorhandene Fundament verändert werden.

Der Hochdruck-Brennkammer-Prüfstand 2 (HBK2)

Im HBK2 des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt werden die Verbrennungsprozesse in Brennkammern – etwa von Flugzeugtriebwerken – unter realistischen thermodynamischen Bedingungen simuliert. Die dabei entstehenden Abgasströme werden schallgedämpft über den Abgaskamin in die Umgebung abgeleitet. Während der Tests nimmt das Abgassystem den mit großer Mach 1 und über 1.000 °C heißen aus der Brennkammerdrossel frei austretenden Kern-Abgasstrahl auf. Durch Beimischung von Frischluft wird die Temperatur im Eintrittsbereich der horizontalen Abgasstrecke auf 600 °C herabgesetzt; die Abgasgeschwindigkeit sinkt dabei auf 400 m/Sekunde. Durch einen zylindrischen Lochblechkörper erfolgt die Umlenkung des Abgasstroms in den vertikalen Abgastrakt. Mit der per CFD-Analyse entwickelten Lochblechstruktur wird erreicht, dass der Abgasstrahl nach Umlenkung ein nahezu gleichmäßiges Geschwindigkeitsprofil über den Kanalquerschnitt hat. Weitere Informationen zu der Anlage unter: www.dlr.de

„Grundlegend für die Konzeption des Abgassystems war die technische Beherrschung des äußerst inhomogenen Abgasstroms sowie dessen Umwandlung in ein für den Schalldämpfer geeignetes Strömungsprofil“, sagt G+H-Projektleiter Paul Karle.

Das Konzept entstand in enger Abstimmung mit dem DLR und mithilfe der numerischen Strömungsmechanik, auch als Computational Fluid Dynamics bezeichnet, kurz CFD. Als Auslegungsdaten hatte der Auftraggeber u.a. vorgegeben: Abgassystem und Abgasschalldämpfer des HBK2 müssen für Strömungsgeschwindigkeiten des Abgas-Kernstrahls von größer 1.000 m pro Sekunde und Temperaturen über 1.300 °C am Austritt der Brennkammerdrossel ausgelegt sein, verbunden mit der Einhaltung einer anspruchsvollen akustischen Anforderung.

Update für das Design der Abgasumlenkung

Die 90-Grad-Umlenkung des Abgasstroms vom horizontalen Kanal in den Kamin war in dem kompakten Prüfstand eine der wesentlichen Herausforderungen. „Uns war von Anfang an bewusst, dass wir für die 90-Grad-Umlenkung der Strömung ein alternatives Konzept entwickeln müssen, um eine gleichmäßige Anströmung der Schalldämpferkulissen im Kamin sicherzustellen“, sagt Paul Karle. G+H Schallschutz entwickelte deshalb einen Prototyp einer auf den Prüfstand abgestimmten Abgasführung, mit der ein äußerst homogenes Strömungsprofil nach der Umlenkung erzielt werden konnte.

Karle: „Strömungsgeschwindigkeit und -verteilung sowie die in der Brennkammer erzeugten Temperaturen sind für die eingesetzten Werkstoffe hoch beanspruchend. Das mit der Herstellung dieses Prototyps generierte Wissen wird für uns bei künftigen Entwicklungen eine wertvolle Grundlage sein.“

Tests für die nächste Gasturbinengeneration

Das DLR nutzt den HBK2 als Forschungsplattform für die Entwicklung von Brennkammertechnologien von Gasturbinen der nächsten Generation. Für Paul Karle ist der Auftrag daher auch aus ökologischer Sicht ein besonderer. „Viele haben die Gasturbine bereits totgesagt, aber das stimmt nicht“, sagt er. Den Grund sieht er in den Future Fuels wie Wasserstoff oder in synthetischen Kraftstoffen. Ihr Einsatz könne die klimaschädlichen Emissionen von Gasturbinen signifikant reduzieren. „Durch den schadstoffarmen oder sogar ganz schadstofffreien Einsatz erhält das ‚Kraftpaket Gasturbine‘ vor dem Hintergrund erneuerbarer Energieträger eine neue Bedeutung in der Kraftwerkstechnik.“ ■

Autor

Ulf Möhrke

Fachjournalist

info@easyword-do.de

