

News-Archiv Stuttgart

Verbrennungsforschung: Mit neuer Hochdruck-Brennkammer zu schadstofffreier Verbrennung

12. November 2003



Stuttgart - Selbst kleinste Schmutzeffekte wie Rußpartikel oder Stickoxide summieren sich heutzutage zu einem ernsthaften Problem für die Gesundheit des Menschen und die Umwelt. Verursacher sind Verbrennungsprozesse wie sie täglich etwa bei Heizungen, im Verkehr oder in Produktionsbetrieben vorzufinden sind. Mit einer neuen Hochdruck-Brennkammer (HBK-S), modernen Lasermessmethoden und Computersimulationen können Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Stuttgart die physikalisch-chemischen Verbrennungsvorgänge jetzt detailliert beobachten und zielgerichtet optimieren. Prof. Dr. Manfred Aigner, Leiter des DLR-Instituts für Verbrennungstechnik, hält daher die Vision einer Verbrennung ohne Schadstoffe für sehr wohl denkbar.

Die besondere Chance für die Verbrennungsforschung von heute ist der wechselseitige Einsatz von hoch entwickelter Lasermesstechnik und modernen Computersystemen. Die Lasermesstechniken wurden in den letzten Jahren soweit entwickelt, dass sie heute auch unter schwierigen technischen Bedingungen, wie hohem Druck und hohen Temperaturen, zuverlässig eingesetzt werden können. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, berührungsfrei, das heißt ohne die Flammen zu stören, schnellste Vorgänge mit Belichtungszeiten von z.B. 20 Nanosekunden (20 Milliardstel Sekunden) aufzulösen. Es lassen sich Laser-Licht-Schnitte durch die Flamme legen, um z.B. die momentane Temperaturverteilung über den gesamten Brennkammer-Querschnitt zu messen oder zu beobachten, wie die Brennstoffmoleküle zerfallen und oxidiert werden oder in welchen Zonen der Flamme die Schadstoffe gebildet werden.

Für die Auswertung und Interpretation der Gigabyte an Datenmengen wird moderne Informationstechnologie eingesetzt. Damit wird es zunehmend möglich, Verbrennungsvorgänge am Bildschirm zu simulieren und somit zu optimieren.

Allerdings ist die erforderliche Genauigkeit auch in absehbarer Zeit nur erreichbar, wenn diese Simulationsmodelle auf der Basis von möglichst realen Experimenten unter technisch-relevanten Bedingungen entstehen. Für derartige Experimente befindet sich seit kurzem die Hochdruck-Brennkammer Stuttgart im Einsatz. Hier können jetzt auch Verbrennungsprozesse, wie sie bei Kraftwerks-Gasturbinen, Flugtriebwerken und Motoren eingesetzt werden, simuliert werden.

Das erste, mit Hilfe der HBK-S durchgeführte, Projekt ist PAZI ("Partikel aus Flugzeugtriebwerken und ihre Auswirkungen auf die Zirkuswolkenbildung"). Zusammen mit mehreren externen und internen Partnern, z.B. dem DLR-Institut für Physik der Atmosphäre in Oberpfaffenhofen, wird hierbei der

Einfluss der Rußemissionen auf das Klima untersucht. Das DLR-Institut für Verbrennungstechnik hat dabei die Aufgabe, die Rußbildung im Triebwerk abhängig von seinem Betriebszustand (z.B. Leistung, Flughöhe etc.) zu analysieren. Es wurden sehr interessante Erkenntnisse über die Anzahl, Größenverteilung und Form dieser Partikel gewonnen. So stellte sich beispielsweise heraus, dass der Durchmesser der Rußteilchen immer im Bereich von 1 bis ca. 200 Nanometer (Milliardstel Meter) liegt. Weiterhin wurde festgestellt, dass eine Erhöhung des Brennkammerdrucks die Rußbildung wesentlich verstärkt. Durch den Einsatz mehrerer Lasermessverfahren, unter anderem einer speziellen für die Temperaturmessung in rußenden Flammen entwickelten Methode, wurde ein einmaliger Datensatz für die Entwicklung von Modellen für die Rußbildung bereitgestellt. Diese müssen jetzt in weiteren Arbeiten durch Computersimulationen interpretiert werden.

Ein weiteres Projekt, welches bereits an der HBK-S gestartet wurde, dient der Reduzierung der Stickoxide (NOx). Dazu wird die Eignung eines neuartigen, schadstoffarmen Flox-Brenners für die Anwendung in Gasturbinen getestet. Erste Messergebnisse zeigen, dass dieser Brenner auch für Drücke von 30 bar einen stabilen, breiten Betriebsbereich mit sehr niedrigen NOx- und CO-Emissionen aufweist. Dieses europäische Projekt "New Burners for Gas Turbines (NGT)" wird zusammen mit Partnern aus Universitäten und der Industrie sowie den Erfindern, der Firma WS/Wünning aus Renningen bei Stuttgart, durchgeführt. Damit könnte der Brenner eventuell zu einer echten Alternative im Kraftwerksbereich entwickelt werden.

Derzeit ist ein Versuchsaufbau in der HBK-S eingebaut, mit dem die Zuverlässigkeit von Kraftwerken erhöht werden soll. Im Auftrag von Alstom Power und EnBW wird dabei der Einfluss der Erdgaszusammensetzung auf die Zündeigenschaften untersucht. Zündet das Erdgas an der falschen Stelle, so kann das nicht nur zu vermehrten Schadstoffemissionen, sondern auch zum Ausfall des Kraftwerkes, unter Umständen sogar ohne Vorwarnung, führen. Die HBK-S kann mit bis zu 42 bar Druck, einer Luftvorwärmung bis zu 1000 Grad Celsius, einer Abgastemperatur von max. 2500 Celsius und hochturbulenter Strömung betrieben werden. Als Brennstoff können neben Erdgas in unterschiedlicher Qualität auch andere Gasgemische wie z.B. Synthesegase aus Kohle oder Biomasse und auch die üblichen flüssigen Brennstoffe wie Kerosin oder Heizöl eingesetzt werden. Weiterhin sind acht große Fenster eingebaut, um die Flamme von allen Seiten beobachten und anhand der Lasertechnik vermessen zu können.

Durch den Einsatz moderner Regelungstechnik kann der Versuchsstand trotz des notwendigen hohen Energieverbrauchs von bis zu 2500 Kilowatt Strom und bis zu 1000 Kilowatt Brennstoff möglichst preiswert betrieben werden. Außerdem wurde er für einen möglichst flexiblen Einsatz und schnelle Umbaumöglichkeiten konstruiert, indem z.B. der Druckbehälter mit einer Wasserkühlung ausgestattet wurde.

Die Investitionen beliefen sich auf ca. 2,5 Millionen Euro. Das Gebäude mit der entsprechenden Infrastruktur wie Strom, Wasser- und Kühlwasserversorgung und ein Zehntonnen-Kran standen im DLR-Standort Stuttgart bereits zur Verfügung. Finanziert wurde die Summe vom Wirtschaftsministerium des Landes Baden-Württemberg in Höhe von etwa 560 Tausend Euro und vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit mit etwa 440 Tausend Euro. Die weiteren 1,5 Mio. Euro stammen aus der DLR-Grundfinanzierung, die wiederum zu 90% vom BMBF und zu 10% vom Land Baden-Württemberg getragen wird, 250 Tausend Euro davon wurden über andere Projektmittel finanziert.

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Manfred Aigner

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Institut für Verbrennungstechnik

Tel: +49 711 6862 309

Fax: +49 711 6862-578

E-Mail: Manfred.Aigner@dlr.de

Kontaktdaten für Bild- und Videoanfragen sowie Informationen zu den DLR-Nutzungsbedingungen finden Sie im Impressum der Website des DLR.