



Emmy Noether-Programm der DFG:

Turbulente Verbrennungsvorgänge

Foto:
Uli Althammer

Die Reizwörter lauten Kohlendioxid, Stickoxide, Kohlenwasserstoffe und Ruß: Beim Thema »Verbrennung« waren und sind technischer Nutzen auf der einen Seite und potentielle Umweltbelastungen auf der anderen Seite immer aufs Engste verbunden. Seit Beginn des Jahres 2007 beschäftigt sich eine Nachwuchsforschungsgruppe an der TUM mit der Entwicklung neuer Methoden zur numerischen Simulation turbulenter Verbrennungsvorgänge und wird dabei durch das Emmy Noether-Programm der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

Dr. Volker Gravemeier leitet das Projekt »Numerische Mehrskalener Methoden für turbulente Verbrennung in komplexen Geometrien«, das am Lehrstuhl für Numerische Mechanik der TUM in Garching (Prof. Wolfgang A. Wall) angesiedelt ist. Ziel ist es, mit Hilfe der numerischen Me-

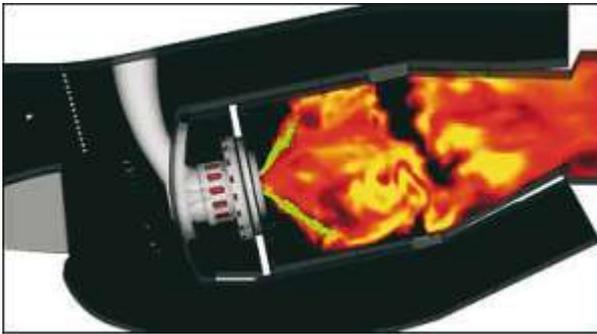
thoden Simulationen von höherer Qualität zu ermöglichen. Somit soll langfristig ein Beitrag zum genaueren Verständnis der Verbrennung und zur Untersuchung der Auswirkungen potentieller Maßnahmen geleistet werden, etwa zur Effizienzerhöhung und zur Schadstoffreduktion.

Obwohl von vielen Seiten in Bezug auf die Energieversorgung schon als eher veraltete Technologie stigmatisiert, basieren heutzutage immer noch circa 80 bis 90 Prozent der weltweiten Energieversorgung auf Verbrennungsvorgängen. Bei näherer Betrachtung stellt man fest, dass Verbrennungsvorgänge in technischen Prozessen, zum Beispiel in Brennkammern von Flugzeug- und Raketentriebwerken oder in Diesel- und Ottomotoren, nahezu immer in turbulenter Form auftreten. Trotz deren immenser Bedeutung ist die numerische Simulation solcher turbulenter Verbrennungsvorgänge in den meisten Fällen noch weit von einer zufrieden stellenden

Qualität entfernt. Dieses Missverhältnis aus Notwendigkeit von und Möglichkeit zu qualitativ hochwertigen Simulationen ist unter anderem auf die hohe physikalische, chemische und mathematische Komplexität der Problemstellung eines turbulenten Verbrennungsvorgangs zurückzuführen, die der Entwicklung entsprechender Simulationsmethoden sehr hohe Hürden entgegenstellt.

Motor) und teilweise vorgemischten Verbrennungen. Im Fokus der Gruppe wird zunächst die vorgemischte Verbrennung stehen, mit einer später geplanten Erweiterung auf die in der Praxis sehr häufige teilweise vorgemischte Verbrennung. Besonderer, neuer Ansatz des geplanten Projekts: Erstmals auf der Welt werden neue Mehrskalenansätze für so genannte Großwirbelsimulationen eingesetzt, die für Verbrennungs-

Verbrennungsvorgänge in komplexen Geometrien mit Hilfe so genannter unstrukturierter Gitter zu simulieren. Im geplanten Emmy Noether-Projekt soll auf Basis der am Lehrstuhl für Numerische Mechanik vorhandenen Forschungscode-Plattform ein eigenständiger Code entwickelt werden. Dieser soll ebenfalls solch anspruchsvolle Simulationen durchführen und darüber hinaus mit Hilfe der neuen methodischen Entwicklungen eine deutliche Verbesserung in der Simulationsqualität erreichen. Die potenzielle positive »Hebelwirkung« der Verbrennungsforschung darf als sehr groß erachtet werden, sowohl ökonomisch als auch ökologisch. Bereits kleinste Fortschritte, die in der Forschung im Bereich »Verbrennung« erzielt werden, können große Fortschritte einerseits in ökonomischer Hinsicht durch potenzielle drastische Einsparungen und andererseits in ökologischer Hinsicht durch eine spürbare Verbesserung der Umweltsituation bewirken.



Simulation einer Pratt & Whitney Gasturbine
Center for Integrated Turbulence Simulation, Stanford University

In dem in vier Teilprojekte untergliederten Projekt »Numerische Mehrskalen-Methoden für turbulente Verbrennung in komplexen Geometrien« sollen neue Methoden für die numerische Simulation von Verbrennungsvorgängen auf Großrechnern entwickelt werden. Im Laufe dieses Jahres werden zwei Doktoranden ihre Arbeit an den Teilprojekten beginnen und neben dem Gruppenleiter den Kern der Forschungsgruppe bilden. Zum Gruppenbeginn konnte zudem mit Dr. ir. Fedderik van der Bos ein im Bereich turbulenter Strömungssimulationen bereits erfahrener Postdoc aus den Niederlanden als Mitarbeiter gewonnen werden.

Man unterscheidet Verbrennungsvorgänge grundsätzlich nach vorgemischten (Beispiel: Otto-Motor), nicht vorgemischten (Diesel-

vorgänge besonders viel versprechend erscheinen. Volker Gravemeier konnte bereits während seiner Promotion an der Universität Stuttgart und seiner anschließenden Postdoc-Zeit am Center for Turbulence Research (CTR) der Stanford University, einem Zentrum zur Erforschung turbulenter Vorgänge, Erfahrungen gewinnen und Beiträge zur Weiterentwicklung solcher Mehrskalen-Methoden leisten. Während seiner Zeit am CTR wurde er auch zu dem Gruppenprojekt inspiriert, da u.a. dort zu jener Zeit ein langjähriges Großprojekt zur realistischen Simulation der Verbrennungsvorgänge in einer Pratt & Whitney Gasturbine anlief.

Der für jenes Großprojekt verwendete Stanford CDP-Code ist einer der ganz wenigen Forschungscodes weltweit, der in der Lage ist,

Volker Gravemeier

Dr.-Ing. Volker Gravemeier
Lehrstuhl für Numerische Mechanik
Tel.: 089/289-15245
vgravem@inm.mw.tum.de