

Stochastische Modellierung einer Methan/Luft Freistrahlf Flamme mit detaillierter Chemie

T. Starick¹, H. Schmidt¹

¹ Lehrstuhl für Numerische Strömungs- und Gasdynamik, Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg, Siemens-Halske-Ring 15a, 03046 Cottbus, Deutschland

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der stochastischen Modellierung einer Methan/Luft Freistrahlf Flamme unter Verwendung des One-Dimensional Turbulence (ODT) Modells. In der untersuchten Cabra-Brennerkonfiguration strömt der vorgemischte Methan/Luft-Freistrahlf von einer zentral angeordneten Düse in eine Umgebungsströmung aus heißen Verbrennungsgasen. ODT ist ein stochastisches und abbildungs-basiertes Modell, welches die molekulare Diffusion und Reaktionskinetik durch sich zeitlich entwickelnde, deterministische Erhaltungsgleichungen berücksichtigt und entlang eines eindimensionalen Rechengebietes vollständig auflöst. Die turbulente Advektion wird über zufällig auftretende Wirbelereignisse modelliert, welche den fundamentalen Erhaltungseigenschaften unterliegen. Für die Darstellung der Methan/Luft Verbrennungschemie wird ein detaillierter Mechanismus mit 53 Spezies verwendet.

In dem Vortrag stellen wir Mittellinienprofile, radiale Profile, Streudiagramme und zweidimensionale Visualisierungen der Freistrahlf Flamme vor, welche mit einer zylindrischen Formulierung von ODT erzeugt wurden. Des Weiteren wird ein Index zur Unterscheidung von Flammenausbreitung und Selbstzündung auf die erzeugten ODT-Ergebnisse angewendet und mit vorhandenen LES-Resultaten verglichen. Obwohl die Simulation von reaktiven Freistrahlf-Flammen keinen neuen Anwendungsfall von ODT darstellt, ist die akkurate Wiedergabe des sensiblen Zusammenspiels des zunächst unverbrannten Freistrahls mit der heißen Umgebungsströmung eine Herausforderung für das Modell. Gemessen an der reduzierten Ordnung, ist ODT in der Lage die charakteristische Strömung des Freistrahls, die Mischung und den komplexen Verbrennungsprozess vorherzusagen und weist eine angemessene Übereinstimmung mit den verfügbaren Vergleichsdaten auf.

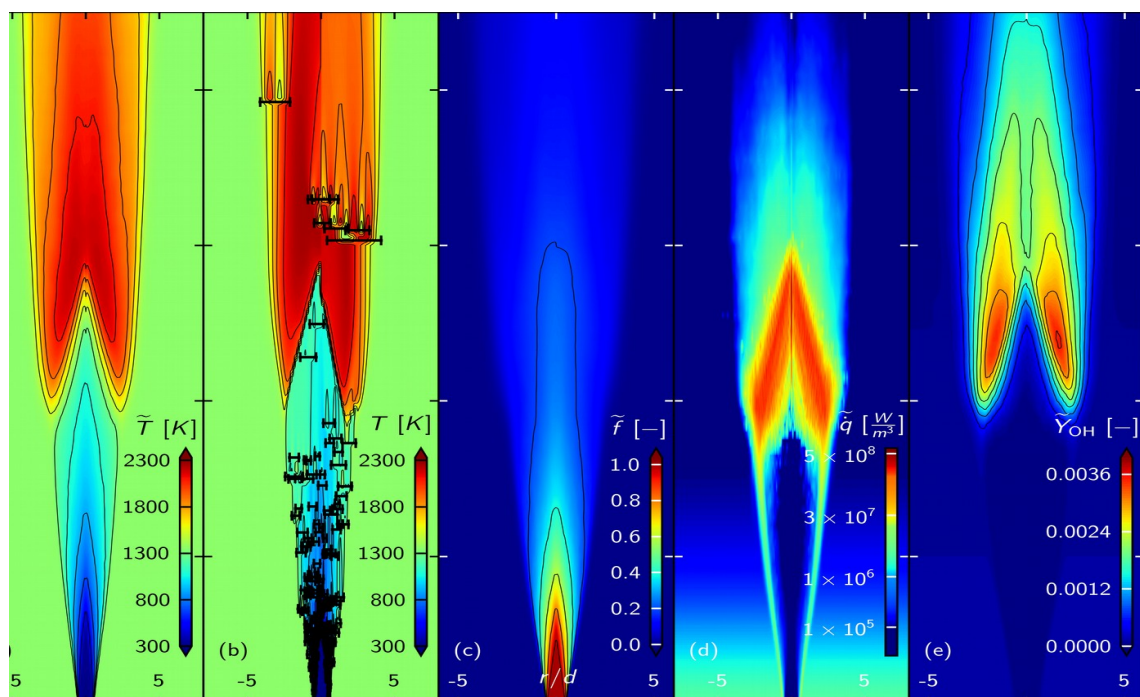


Abbildung 1: 2D-Visualisierung der Methan/Luft Freistrahlf Flamme für die Favre-gemittelte Temperatur (a), eine instantane Temperaturverteilung mit dargestellten stochastischen ODT-Wirbelereignissen (b), den Favre-gemittelten Mischungsanteil (c), die Favre-gemittelte Wärmefreisetzungsrate (d) und die Favre-gemittelten Massenanteile des Hydroxyl-Radikals (e).