

DIPLOMARBEIT AUS STRÖMUNGSLEHRE UND WÄRMEÜBERTRAGUNG

Implementierung eines Mehrkomponenten-Verdunstungsmodells in den CFD-Code FIRE 8 und Validierung anhand experimenteller Daten

Aufgabenstellung:

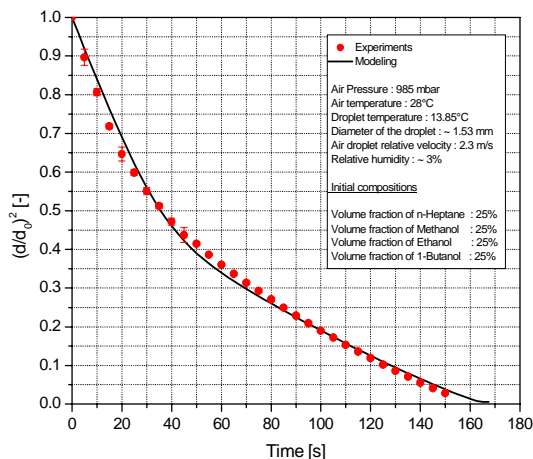
Die Verdunstung von Kraftstoffsprays ist ein zentraler Prozess für die Simulation der motorischen Gemischbildung und der Verbrennung. Obwohl reale Kraftstoffe aus einem Gemisch vieler Komponenten bestehen, werden bislang meist Einkomponentenkraftstoffe oder Kraftstoffe mit gemittelten Stoffwerten in der Simulation verwendet. Damit können jedoch das vorzeitige Abdampfen der leichtflüchtigen Anteile und die verzögerte Verdunstung der schwerer flüchtigen Anteile nicht wiedergegeben werden, was zu Abweichungen von der tatsächlichen Gemischbildung führt. So kann in der Simulation das Gemisch in Düsennähe zu mager und im weiteren Verlauf die Eindringtiefe der Flüssigkeitstropfen zu kurz werden. Das beeinträchtigt die Genauigkeit der nachgeschalteten Verbrennungsmodelle und die Voraussagen für Russbildung und Klopfen.

Daher soll ein aktuelles Mehrkomponenten-Verdunstungsmodell (Brenn et al. 2003) in FIRE 8 eingebaut, anhand von Messungen validiert und mit anderen Verdunstungsmodellen verglichen werden. Dabei können zur Validierung der Berechnungsergebnisse Messdaten aus Experimenten herangezogen werden, die in einem akustischen Levitator an Einzeltropfen gewonnen wurden. Das nachfolgende Bild zeigt das Gerät.



Akustischer Levitator in einem Gehäuse aus Acrylglas. Im Vordergrund der Treiber für den piezoelektrischen Schwinger.

Messungen in dem Levitator werden auf der Basis bildverarbeitender Verfahren durchgeführt und liefern in erster Linie geometrische Informationen, die mit der zeitlichen Massenabnahme des Tropfens in Verbindung gebracht werden können. Gemessen werden die Gestalt des Tropfens (Längen der Halbachsen des elliptischen Meridianschnitts, Durchmesser der volumenäquivalenten Kugel) sowie die vertikale Position des Massenschwerpunkts des Tropfens. Hieraus kann z.B. die zeitliche Entwicklung der Oberfläche des Tropfens im Bezug auf den Anfangszustand ermittelt werden, die im Vergleich mit einem berechneten Datensatz im nachfolgenden Bild dargestellt ist. Die Durchführung solcher Messungen ist im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht vorgesehen. Vielmehr sollen zur Validation der Berechnungsergebnisse existierende Datensätze herangezogen werden.



Anfangszusammensetzung in Vol.-%
 25% n-Heptan, 25% Methanol,
 25% Ethanol, 25% 1-Butanol

Die weiteren Tests des Verfahrens sollen dann zunächst an einer einfachen Druckkammergeometrie, und später an einer Dieselmotor-Sektorgeometrie vorgenommen werden. Das einzubauende Modell baut auf dem Ansatz von Abramzon und Sirignano auf, der bereits als Einkomponentenmodell in FIRE implementiert ist. In diesem Modell wird die Verdunstungsrate durch iterative Abstimmung von wärmeübergangs- und stoffübergangsbestimmten Transferraten basierend auf der Filmtheorie ermittelt. Der Gesamtmassenstrom wird aus den Beiträgen der Einzelkomponenten zusammengesetzt, und die Aktivitätskoeffizienten werden unter Berücksichtigung der Wechselwirkung mit den jeweils anderen Komponenten in der flüssigen Phase bestimmt.

Das neue Verdunstungsmodell soll sowohl mit dem Standard-Lagrange-Spraymodell, als auch mit dem neuen Euler-Spraymodell angewendet werden. Letzteres wird derzeit im Rahmen eines von der EU geförderten Projekts entwickelt, an dem namhafte Automobilhersteller wie VW, Volvo, DC und Renault beteiligt sind.

Dauer: 6 Monate

Bearbeitung: seit 4. April 2005

Betreuung: AVL: E. v. Berg (eberhard.von.berg@avl.com), Tel. 0316-787-1902

Uni: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. G. Brenn, TU Graz