Hessisches Kompetenzzentrum
für Hochleistungsrechnen

Numerische Modellierung von Mehrphasenströmung im Hinblick auf oberflächenspannungsdominierte Strömungen



Researchers
D. Staab

Principal Investigator
Prof. Dr. Michael Schäfer

Project Term
2015 - 2015

Project Areas
Heat Energy Technology, Thermal Machines, Fluid Mechanics

Clusters
Lichtenberg Cluster Darmstadt

Institute
Fachgebiet Numerische Berechnungsverfahren im Maschinenbau

University
Technische Universität Darmstadt

Introduction

Bei nahezu allen natürlichen und technisch relevanten Strömungen handelt es sich um eine Kombination aus mehreren Flüssigkeiten, Gasen oder Feststoffen. Diese Systeme bezeichnet man als Mehrphasenströmungen. Bereits eine Zweiphasenströmung zeigt ein komplexeres Verhalten als eine einphasig strömendes Fluid. Dieser Fakt begründet sich nicht nur mit der bidirektionalen Kopplung der dispersen und der Hauptphase, sondern auch in der zusätzlichen Betrachtung der Grenzflächenspannung. Als Beispiel für die Kopplung beider Phasen sei eine aufsteigende Luftblase in Wasser genannt, deren Dichte und Viskosität sich von der Hauptphase unterscheiden und sie somit auf Grund von Gravitation nach oben steigt. Sobald mehr als ein Fluid als ungelöste, aber vermischte Phase vorliegt, entstehen Grenzflächen. Durch diese Grenzflächen treten zusätzliche Kräfte auf, welche energieminimierend auf das Interface wirken und damit die Grenzflächenverformung beeinflussen.

Methods

Zum besseren Grundlagenverständnis, aber auch zur Optimierung industrieller Prozesse, kommen numerische Simulationen zum Einsatz. Die Anforderungen an diese

JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT
UNIKASSEL VERSITÄT
Philipps Universität Marburg

Simulationen sind zwiespältig. Auf der einen Seite sollen höchst genaue Ergebnisse berechnet und auf der anderen Seite müssen diese Resultate möglichst schnell erhalten werden. Aus diesem Grund sollen numerische Methoden zur Simulation von Strömungen möglichst effizient sein. In dieser Arbeit kommt eine, in Industrie und Forschung weit verbreitete Methode zum Einsatz, welche auch komplexe Mehrphasenvorgänge berechnen kann, die Volume-of-Fluid Methode. Der Nachteil dieser Methode ist, dass sie die Krümmung einer Grenzfläche nicht akkurat abbilden kann. Einer ihrer Vorteile ist die Massenkonservativität. Um den genannten Nachteil zu überwinden, kann eine weitere Methode, welche eine genauere Berechnung der Krümmung und somit der Oberflächenspannung zulässt, angekoppelt werden.[1] Diese Methode wird Level-Set Methode genannt.[2] Vor allem bei kleinen Blasendurchmessern ist die Berechnung der Oberflächenspannung fehleranfällig, denn der Betrag der Oberflächenspannung ist proportional zur Krümmung einer Grenzfläche und steigt daher bei, zum Beispiel, kleinen Blasen stark an.

Results

Das Ziel dieser Arbeit ist es einen Tropfenaufprall auf eine Fluidoberfläche unter wirkender Oberflächenspannung effizient zu berechnen. Dabei sollen auch die Sprünge in den Größenskalen adäquat abgebildet werden. Diese Sprünge kommen dadurch zustande, dass z.B. entstehende Wellen kleine Krümmungen besitzen, aber erzeugte Mikroblasen wesentlich größere Krümmung haben. In diesem Projekt werden effiziente Oberflächenspannungsmodelle, wie z. B. dem CSF Modell von Brackbill et al. [3] mit der Volume-of-Fluid und Level-Set Methode gekoppelt, und Parameterstudien zum Tropfenaufprallprozess durchgeführt, womit ein grundlegendes Verständnis dieses Vorgangs erlangt werden soll. Diese rechenintensive Simulationen machen einen Hochleistungscomputer wie den Lichtenberg-Hochleistungsrechner unabdingbar.

Reference

1. D. Staab (2010), Master thesis: Improvement of the volume of fluid method by coupling with a re-distancing algorithm for the distance function. Chair of Energy and Power Plant Technology. Technische Universität Darmstadt. Darmstadt.

2. D. Adalsteinsson and J. A. Sethian (1995), A fast level set method for propagating interfaces. Journal of Computational Physics, (118):269–277. https://doi.org/10.1006/jcph.1995.1098

3. J. Brackbill, D. Kothe, and C. Zemach (1992),A continuum method for modeling surface tension. Journal of Computational Physics 100: 335–354. https://doi.org/10.1016/0021-9991(92)90240-Y

Last Update: 2022-09-02 09:53