

Teilprojekt B05

Titel

Adaptive Rechengitter in Raum und Zeit zur effizienten Simulation bewegter Phasengrenzen

Projektleitung/-bearbeitung

Prof. Marek Behr, Ph.D. (Teilprojektleiter)

Violeta Karyofylli, M.Sc. (Mitarbeiterin bis 2020)

Dr. Linda Gesenhues (Mitarbeiterin ab 2020)

CATS - Lehrstuhl für computergestützte Analyse technischer Systeme, Schinkelstraße 2, 52062 Aachen

Aufgabenstellung

Beim Metall-Schutzgasschweißen (MSG-Schweißen) entstehen durch den Plasmalichtbogen so hohe Temperaturen, dass der Anodendraht schmilzt und es zu einer Tropfenbildung an der Elektrodenspitze kommt. Der Tropfen löst sich anschließend ab und trifft auf das Kathoden-Werkstück auf. Hierbei spielen neben den elektromagnetischen Kräften, auch die Schwerkraft, die Oberflächenspannung, nicht-isotherme Vorgänge und der Lichtbogendruck eine wichtige Rolle für die Tropfenbildung und -ablösung. Durch numerische Simulation sollen die Form, Volumen, Frequenz und Beschleunigung des sich ablösenden Tropfens bestimmt werden können. Durch die Flüssigkeits-Gas-Grenze handelt es sich um ein Mehrphasenproblem. Innerhalb des Tropfens entstehen große Gradienten, die mit Hilfe von effizienten und robusten numerischen Methoden, wie einer lokalen Verfeinerung an der Phasengrenze in der räumlichen und zeitlichen Dimension modelliert werden sollen.

Vorgehensweise

Die Tropfenbildung und -ablösung beim GMA-Schweißen wird in einem ersten Ansatz durch eine inkompressible nicht-

isotherme Zweiphasenströmung mit Phasenübergangseffekten beschrieben, wobei die elektromagnetischen Prozesse außer Acht gelassen werden. Diese Strömung wird mit Hilfe der instationären inkompressiblen Navier-Stokes-Gleichungen modelliert, da davon ausgegangen wird, dass es sich um inkompressible, Newtonsche Fluide handelt. Zusätzlich ist das Gleichungssystem mit einer Wärmeleichung gekoppelt.

Die sich bewegende Phasengrenze des Tropfens wird durch die Level-Set-Methode beschrieben. Um die Dimensionalität und damit die Komplexität des Problems zu reduzieren, wird eine achsensymmetrische Beschreibung der genannten Gleichungen verwendet. Die Phänomene des Phasenübergangs werden mit einem Quellterm berücksichtigt. In jedem Zeitschritt werden mit der Navier-Stokes-Gleichungen die Unbekannten des Geschwindigkeitsvektors und des Drucks gelöst, mit der Level-Set Gleichung wird die Phasengrenze zwischen dem Anodendraht und dem Gas bestimmt und mit der Wärmeleichung wird der Temperaturübergang und somit der Feststoff/Flüssiganteil berechnet.

Ergebnisse

Verschiedene Simulationen zur Berechnung der Tropfenablösung während des MSG-Schweißens wurden durchgeführt. Hierbei können die Tropfenform, Schmelzfront, Temperaturverteilung und die Geschwindigkeiten des Schutzgases vorhergesagt werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Erkenntnisse sollen auf andere Prozesse übertragen werden. Insbesondere wird ein Fokus auf Erstarrungsprozessen des Kunststoffspritzgießens gelegt. Hier werden die Temperaturverteilung und Geschwindigkeitsfelder für den Einspritzvorgang simuliert werden um die Erstarrung teilkristalliner Kunststoffe besser zu analysieren.

Veröffentlichungen

Baldiges Erscheinen:

SFB 1120

Jahresbericht 2020



**RWTHAACHEN
UNIVERSITY**

V. Karyfylli und M. Behr, Simplex Space-Time Meshes for Droplet Impact Dynamics, EMPORIA Proceedings: Lecture Notes in Mechanical Engineering, tbd