

TC-Schriftenreihe

Band 11

Oliver Reipschläger

**Desintegration von Fluiden im Ultraschallfeld:
Modellierung, Simulation, Experiment**

D 466 (Diss. Universität-GH Paderborn)

Shaker Verlag
Aachen 2002

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Reipschläger, Oliver:

Desintegration von Fluiden im Ultraschallfeld: Modellierung, Simulation,
Experiment / Oliver Reipschläger.

Aachen : Shaker, 2002

(TC-Schriftenreihe ; Bd. 11)

Zugl.: Paderborn, Univ., Diss., 2002

ISBN 3-8322-0708-2

Copyright Shaker Verlag 2002

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen
oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungs-
anlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-0708-2

ISSN 1433-6499

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Desintegration von Fluiden im Ultraschallfeld: Modellierung, Simulation, Experiment

von Oliver Reipschläger

Die Ultraschall-Stehwellenzerstäubung (USZ) stellt eine innovative Alternative zur konventionellen Herstellung von Pulverlacken wie auch zur Applikation hochviskoser Lacksysteme dar. Bei der USZ zur Herstellung von Pulverlacken wird ein flüssiges Polymer durch eine Düse in ein resonantes Ultraschallfeld eingebracht, welches durch zwei auf einer Achse angeordnete Schallschwinger (Sonotroden) erzeugt wird. Durch die auf die Flüssigkeit wirkenden Kräfte erfolgt eine Zerstäubung des Polymerstrangs; man erhält ein Spektrum an Tropfen, welche sich an der Luft verfestigen und den Pulverlack ergeben.

Das Verfahren der USZ soll entwickelt und optimiert werden. Aufgrund der zahlreichen betrieblichen, geometrischen und stofflichen Einflussparameter gestaltet sich eine experimentelle Optimierung als sehr zeit- und kostenaufwändig. Für ein tiefer gehendes Verständnis der USZ und die darauf basierende Verbesserung des Verfahrens bezüglich Kriterien wie Durchsatz und Kosten, geringere Partikelgröße, Erzeugung einer definierten Partikelgrößenverteilung und möglichst geringer Energiebedarf bei optimaler Zerstäubung kann eine Modellierung und Simulation des Desintegrationsprozesses wertvolle Beiträge leisten.

In der vorliegenden Arbeit wird ein Verfahren zur Berechnung des Desintegrationsprozesses einer dispersen Flüssigphase in einem resonanten Ultraschallfeld entwickelt. Dies geschieht mit Hilfe der numerischen Strömungssimulation auf der Grundlage der kontinuumsmechanischen mathematischen Modellierung zweiphasiger Systeme. Dieser Ansatz bietet Möglichkeit, Stoff- und Betriebsparameter mit praktikablem numerischen Aufwand zu variieren, und deren Auswirkungen auf den Zerstäubungsprozess untersuchen zu können. Auf der Grundlage der erhaltenen Daten können zeit- und kostenaufwändige experimentelle Untersuchungen besser geplant, ergänzt oder sogar ersetzt werden.

Aufgrund der sehr unterschiedlichen Zeit- und Größenskalen, die zur Beschreibung des Ultraschallfelds bzw. der Tropfendynamik relevant sind, erfolgt die numerische Simulation des Zerstäubungsvorgangs durch eine entkoppelte Behandlung beider Teilprozesse. Im ersten Schritt werden Ultraschallfelder unter Berücksichtigung auftretender Nichtlinearitäten durch Lösung der kompressiblen Navier-Stokes – Gleichungen mit einer kommerziellen „Computational Fluid Dynamics“ (CFD) – Software berechnet. Im zweiten Schritt erfolgt die Simulation des Zerstäubungsprozesses nach dem „Volume of Fluid“ (VOF) – Verfahren, welches die räumliche und zeitliche Evolution der freien Phasengrenze implizit erfasst. Die aus Schallfeldberechnungen erhaltenen gemittelten Druck- und Geschwindigkeitsfelder werden als Dateninput für Quellterme verwendet, welche die Kräfte des Ultraschalls auf die Phasengrenzfläche der dispersen Flüssigphase berücksichtigen.

Experimentelle Untersuchungen der USZ erfolgen mittels Interferometrie und Highspeed-Blitzlichtfotografie. Zum quantitativen Vergleich numerischer Ergebnisse an einem vereinfachten System wird ein so genannter Ultraschall-Levitator verwendet, der ein Studium der Dynamik von Einzeltropfen im Ultraschall erlaubt.