

# Fluiddynamische Wechselwirkungen geometrisch unterschiedlich angeordneter, feststoffbeladener Flüssigkeitsstrahlen und Tropfenbildung im Zentrifugalfeld

## Motivation

Eine der grundlegenden Operationen in der Mechanischen Verfahrenstechnik ist die Zerteilung von Stoffen, im Speziellen die Zerstäubung von Flüssigkeiten oder Suspensionen. Die hohe Bedeutung der Fluidzerstäubung liegt zumeist in der Vergrößerung der Oberfläche, die wiederum Wärme- und Stofftransportvorgänge begünstigt und die Benetzung größerer Flächen ermöglicht. Eine wichtige industrielle Anwendung ist die Sprühtrocknung [1], bei der aus Suspensionen, Lösungen oder Emulsionen Pulver hergestellt werden. Die Vergrößerung der Oberfläche steigert hierbei die Trocknungseffizienz. Über die Größe der Tropfen und die Breite der Tropfengrößenverteilung beim Zerstäubungsprozess wird die Feinheit und Homogenität und dadurch die Qualität des Pulvers maßgeblich beeinflusst.

Eine Möglichkeit zur Zerstäubung der Fluide ist der Rotationszerstäuber, bei dem sich im Bereich des „Rayleigh’schen“ Strahlzerfalls [2] einzelne Fäden ausbilden, aus denen Tropfen mit einer sehr engen Größenverteilung entstehen. Zur Trocknung des produzierten Sprays sowie zur Begrenzung der radialen Ausbreitung der Tropfen, wird der Sprühnebel in Richtung der Rotationsachse des Zerstäubers von oben mit einem Gasstrom beaufschlagt.

Bei den in der industriellen Anwendung eingesetzten Rotationszerstäubern werden hohe Durchsätze benötigt. Deshalb erfolgt dort die Ausbildung von Fluidfäden in mehreren Ebenen, wobei die Anzahl der Fäden über den Zerstäuberumfang ebenfalls möglichst groß ist. Durch die Nähe der Fluidstrahlen zueinander kommt es zu fluiddynamischen Wechselwirkungen. Die unterschiedliche Anordnung der Strahlen und die Gas-Flüssigkeitswechselwirkung führen zur Beeinflussung des Zerfallsprozesses mit Auswirkungen auf die Tropfengröße.

## Projekt

Ziel des Projekts ist die Untersuchung der fluiddynamischen Wechselwirkung geometrisch unterschiedlich angeordneter, feststoffbeladener Flüssigkeitsstrahlen und die resultierende Tropfenbildung im Zentrifugalfeld bei senkrecht zur Strahlbildungsebene aufgeprägter Gasströmung. Dabei sollen Grundlagen für die Auslegung von Rotationszerstäubern sowie Modellregeln und Ähnlichkeitsgesetze erarbeitet werden. Hierzu dienen zum einen experimentellen Untersuchungen. Zum anderen werden mathematisch-physikalische Modelle zum Zerfall gedehnter, viskoser, partikelbeladener, laminarer Flüssigkeitsstrahlen im Zentrifugalfeld unter dem Einfluss eines aufgeprägten Gasstroms und fluiddynamischer Beeinflussung der Strahlen entwickelt. Eine Basis dafür ist das durch Experimente gestützte

mathematisch-physikalische Modell von Gramlich [3] für den Zerfall eines partikelbeladenen Einzelstrahls im Zentrifugalfeld ohne Gasstromaufprägung.

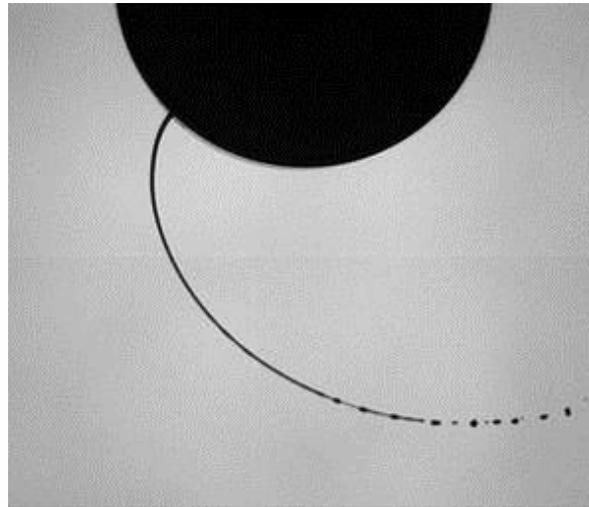
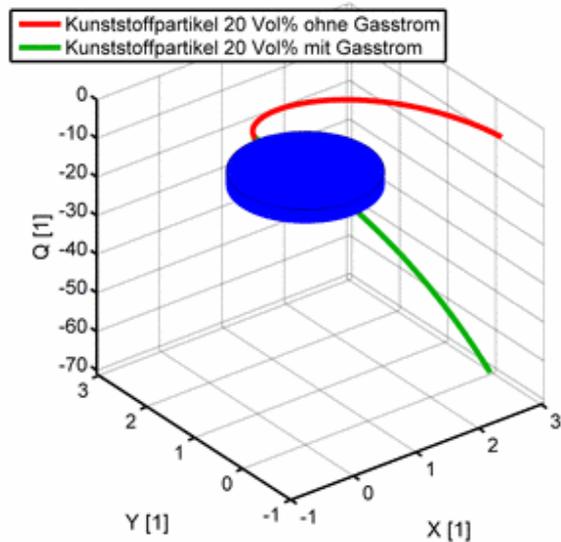


Abb. 1: Mathematisch-physikalische Beschreibung des Strahlverlaufs im Raum mit den Koordinaten  $X$ ,  $Y$  und  $Q$ .

Abb. 2: Aufnahme eines laminaren Einzelstrahls am Rotationszerstäuber von Gramlich [3] ohne zusätzliche Gasstromaufprägung.

#### Literatur

[1] Rähse, W.; Dicoi, O.: Produktdesign disperser Stoffe: Industrielle Sprühtrocknung. Chemie Ingenieur Technik, 81, No.6, S. 699-716, 2009.

[2] Lord Rayleigh, J. W. S.: On the Instability of Jets. Proc. London Math. Soc. 10, S. 4-12, 1878.

[3] Gramlich, S.: Numerische und experimentelle Untersuchungen zum Zerfall feststoffbeladener Flüssigkeitsstrahlen im Zentrifugalfeld. Universität Stuttgart, Dissertation, 2011.

DFG-finanziertes Forschungsprojekt:

"Fluiddynamische Wechselwirkung geometrisch unterschiedlich angeordneter, feststoffbeladener Flüssigkeitsstrahlen und Tropfenbildung im Zentrifugalfeld bei aufprägter Gasströmung."

Eingegliedert in das DFG Schwerpunktprogramm 1423 "Prozess-Spray":

[www.spp-prozess-spray.uni-bremen.de](http://www.spp-prozess-spray.uni-bremen.de)