

Aufgabenstellung für eine Masterarbeit

Untersuchung zum Einfluss des Reaktordrucks auf die Zerstäubung Newtonscher Fluide mit außenmischenden Zweistoffdüsen

Die Hochdruck-Flugstromvergasung ist eine effiziente Technologie zur Wandlung von minderwertigen Brennstoffen in den hochwertigen chemischen Energieträger Synthesegas. Der Vergasungsprozess und damit die Qualität des Synthesegases hängen wesentlich von der Güte der Zerstäubung des eingesetzten Brennstoffs ab. Für hochviskose Brennstoffe werden außenmischende Zweistoffdüsen eingesetzt, die Sauerstoff/Dampf-Gemische als Zerstäubungsmedium nutzen. Das Zerstäubungsmedium dient somit gleichzeitig als Reaktionspartner, was eine direkte Abhängigkeit der Stöchiometrie des Vergasungsprozesses von der Betriebsweise der Brennerdüse zur Folge hat. Das den Zerstäubungsprozess wesentlich bestimmende Massenstromverhältnis von Zerstäubungsmedium zu Brennstoff, die Gas-to-Liquid Ratio (GLR), ist deshalb auf Werte im Bereich $GLR < 1$ limitiert. Zur Untersuchung des Zerstäubungsprozesses unter für die Flugstromvergasung typischen Druck-Bedingungen wird am Institut für Technische Chemie, ITC vgt der Hochdruck-Zerstäuberteststand PAT (Pressurized Atomization Test Rig) betrieben. Die Versuchsanlage ermöglicht die Untersuchung des Primärstrahlzerfalls am Düsenmund und der Sprayqualität bei erhöhtem Systemdruck.

Im Rahmen der Masterarbeit wird der Einfluss des Systemdrucks auf die Spraycharakteristik außenmischender Zweistoffdüsen untersucht.

Um den Einfluss des Reaktordrucks isoliert beschreiben zu können, müssen die ebenfalls für die Zerstäubung relevanten Prozessparameter (Flüssigkeitsmassenstrom, Gasaustrittsgeschwindigkeit und GLR) konstant gehalten werden. Da mit der Änderung des Systemdrucks eine Gasdichteänderung verbunden ist, muss die Geometrie der eingesetzten Düsen, d.h. die Gasaustrittsfläche an den jeweiligen Systemdruck angepasst werden. In Konsequenz wird für jeden untersuchten Systemdruck eine Düse mit entsprechender Gasaustrittsfläche verwendet. Für die experimentelle Arbeit werden Glycerin-Wasser-Mischungen unterschiedlicher Viskosität als newtonsche Modellfluide eingesetzt.

Im ersten Schritt wird der Einfluss des Systemdrucks auf die Spraygüte außenmischender Zweistoffdüsen durch eine Literaturrecherche herausgearbeitet. Auf Basis einer Dimensionsanalyse werden die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen der Zerstäubungsgüte und den physikalischen Eigenschaften der Fluide, der Düsengeometrie und der Betriebsparameter abgeleitet.

Im Zuge der experimentellen Arbeiten wird eine Hochgeschwindigkeitskamera zu qualitativen Untersuchungen der Strahlzerfalldynamik am Düsenmund eingesetzt. Die Daten sollen den Einfluss des Drucks auf die auftretenden Strahlzerfallsregime und den Spraywinkel zeigen. Ein Phasen-Doppler-Anemometer wird zur Bestimmung der lokalen Tropfengrößenverteilungen und Tropfengeschwindigkeit eingesetzt. Hieraus wird der Einfluss des Drucks auf die Tropfengrößenverteilung, deren Verteilungsbreite, sowie auf die Geschwindigkeitsverteilung in axialer und radialer Richtung bestimmt. Die experimentellen Daten werden anschließend mit den Literaturdaten verglichen und eine Funktion zur Bestimmung der Zerstäubungsgüte bei variierendem Systemdruck ermittelt.

Die Ergebnisse der Arbeit sind geeignet darzustellen und ausführlich zu dokumentieren. Bei der Ausführung der Arbeit sind die „Grundzüge wissenschaftlichen Arbeitens“ zu beachten (s. Merkblatt). Über die Ergebnisse der Arbeit ist im Rahmen des brennstofftechnischen Seminars am Engler-Bunte-Institut, EBI ceb, zu berichten.

Beginn der Arbeit: ab sofort
Bearbeiter: -
Betreuer: M.Sc. Simon Wachter

Prof. Dr.-Ing. Thomas Kolb
Aufgabensteller