

## Bachelorarbeit / Masterarbeit

# "Charakterisierung von Stoffübergang und Zerstäubungsverhalten bei 3-Fluid-Brennern eines Flugstromvergasers"

## Hintergrund

Die Umwandlung von energetisch minderwertiger Biomasse zu dem qualitativ hochwertigen Energieträger Synthesegas eröffnet zahlreiche Möglichkeiten zur energieeffizienten Herstellung von Kraftstoffen und chemischen Produkten. Bei dem am KIT entwickelten zweistufigen bioliq©-Verfahren wird Stroh durch Schnellpyrolyse in Koks und flüssige Pyrolyseprodukte umgesetzt und in einem zweiten Schritt als Brennstoffsuspension im Flugstromvergasers unter Hochdruck zu Synthesegas umgewandelt, das anschließend zu einem BtL-Kraftstoff der zweiten Generation synthetisiert wird. Dieses Verfahren zeichnet sich durch eine große Flexibilität auf Seiten der Ausgangsstoffe (flüssige, feste und suspendierte Einsatzstoffe, zum Beispiel Biomasse, Abfälle, etc.), sowie durch die breiten Nutzungsmöglichkeiten des Synthesegases aus. Weitere Anwendungsmöglichkeiten des Verfahrens bestehen in der Umsetzung von Kunststoffabfällen zu neuwertigem Kunststoff über den Weg des Synthesegases mit dem Ziel der Schließung des anthropogenen Kohlenstoffkreislaufes. Die Anpassung des Prozesses hin zu diesen Stoffen ist Gegenstand aktueller Forschung.

Bei der Flugstromvergasung wird der Einsatzstoff zusammen mit dem Vergasungsmedium ( $H_2O$ ,  $O_2$ ) in den Reaktor eingebracht und dort zu einem feinen Spray zerstäubt. Bei Temperaturen über  $1200^\circ C$  findet anschließend die Umsetzung zu Synthesegas statt. Für die Qualität des erzeugten Synthesegases und die Effizienz des Vergasungsprozesses sind im Flugstromvergasers vor allem die Vorgänge in der Nähe des Brenners entscheidend, wobei dort zahlreiche physikalische und thermochemische Prozesse wie Zerstäubung, Verdampfung, Verbrennung und Vergasung überlagert ablaufen. Deren Wechselwirkung und Einfluss auf den Brennstoffumsatz ist, insbesondere beim Einsatz von Suspensionsbrennstoffen, nicht ausreichend verstanden. Um den Brennstoffumsatz im Nahbereich der Brennerdüse im Zusammenhang mit den Betriebsparametern des Vergasers beschreiben zu können, ist ein detailliertes Verständnis dieser Vorgänge erforderlich.

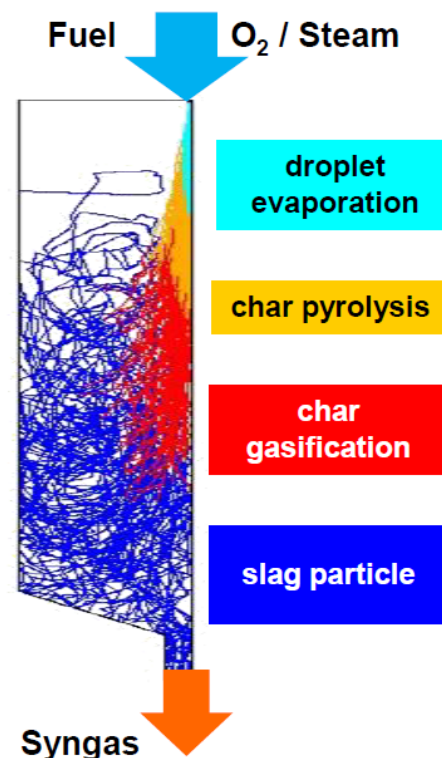


Abbildung 1. Teilprozesse im Flugstromvergasers

## Aufgabenstellung

Ziel der Arbeit ist die Untersuchung des Zerstäubungs- und Einmischungsverhaltens eines neuartigen 3-Fluid-Düsenkonzepts. Bei diesem Düsenkonzept wird die Gasphase über 2

getrennte Ströme zugegeben. Dies ermöglicht neben der Trennung von Zerstäubungs- und Vergasungsmedium auch eine bessere Kontrolle über die Struktur der Reaktionszonen. Das Verständnis der räumlichen Verteilung der Ströme sowie deren Durchmischung ist für die Auslegung dieser Brennerdüsen essentiell. Eine Grundlage zur Beschreibung dieser Vorgänge stellt die Freistahltheorie dar, welche das Verhalten der Gasphase über semiempirische Gesetzmäßigkeiten beschreibt.

Zunächst erfolgt in dieser Arbeit eine Einarbeitung in die Grundlagen der Zerstäubungstechnik sowie die Freistahltheorie. Es soll im Rahmen einer Literaturrecherche der aktuelle Wissensstand zum Zerstäubungs- und Einmischungsverhalten von 3-Fluid-Düsen ermittelt werden.

Im experimentellen Teil der Arbeit werden anschließend die Mischungsvorgänge im turbulenten Freistahl untersucht. Dabei werden unter für den Flugstromvergaser typischen Betriebsbedingungen beide Gasströme mit unterschiedlichen Tracergasen versetzt. Durch Messung der Gaskonzentrationen kann hieraus die Vermischung der beiden Gasströme mit der Umgebung ermittelt und darüber der Stoffübergang charakterisiert werden. Dabei soll untersucht werden, ob sich die Freistahlgesetze auf den Fall zweier separat zugegebener Gasströme übertragen lassen.

Unter für den Vergaser typischen Betriebsbedingungen soll zudem das Spray in verschiedenen Düsenabständen mit der PDA-Messtechnik charakterisiert werden. Hierbei werden über eine laserbasierte Messung orts aufgelöst und nichtinvasiv Größen- und Geschwindigkeitsverteilung der Tropfen erfasst.

**Beginn der Arbeit: ab 01.10.2020**

**Betreuer: M.Sc. Manuel Haas**

**Aufgabensteller: Prof. Dr.-Ing Thomas Kolb**

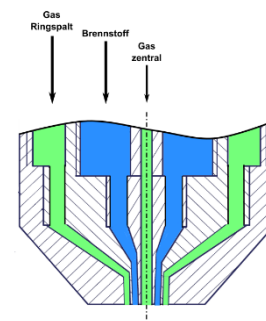


Abbildung 2. 3-Fluid-Düsenkonzept.

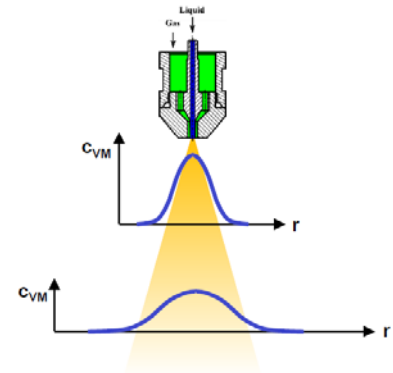


Abbildung 3. Einmischung von Umgebungsmedium in den Freistahl.

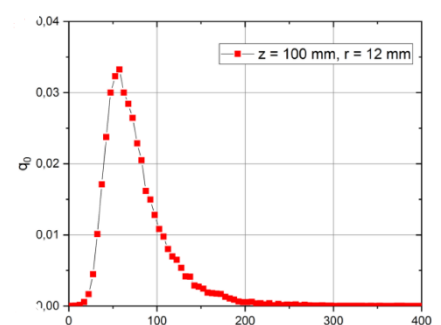


Abbildung 4. Tropfengrößenverteilung eines typischen Sprays.