

FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU

Lehrstuhl für Energieanlagen und Energieprozesstechnik

Prof. Dr.-Ing. Viktor Scherer



Bachelorarbeit

Experimentelle Untersuchungen einer
kombinierten Gas- und Sauerstoff-Vorwärmung
für den Oxyfuel-Prozess zur Effizienzsteigerung
und CO₂-Einsparung

Bearbeiter: Mauritz Biebl

Matrikel-Nr.: 108012239771

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Scherer

Bochum, Februar 2017

1 Einleitung

Die 1997 im Kyoto Protokoll festgelegte CO₂-Reduzierung um 18 % (im Vergleich zum CO₂-Ausstoß von 1990) bis zum Jahr 2020 ist eine große Herausforderung für die Industrie sowie die Energietechnik. Auch das von der UN-Klimarahmenkonvention festgelegte Zwei-Grad-Ziel, welches 2010 während der UN-Klimakonferenz in Cancún beschlossen wurde, stellt aufgrund erhöhter Klimagase in der Atmosphäre eine ernstzunehmende Herausforderung dar [1]. Ein Hauptproblem ist dabei der CO₂ Ausstoß bei der Verbrennung fossiler Energieträger wie Erdgas, Öl oder Kohle. Eine mittelfristige Lösung zur zusätzlichen Senkung der CO₂-Emission könnte dabei das Oxyfuel-Verfahren darstellen, bei dem Brenngas mit angereicherter Luft bzw. reinem Sauerstoff anstatt von Luft verbrannt wird. Es findet vor allem Anwendung in energieintensiven Prozessen wie der Glas- oder Stahlindustrie. Auch aus wirtschaftlicher Sicht bietet das Oxyfuel-Verfahren einige Vorteile gegenüber einer konventionellen Verbrennung mit Luft. Aufgrund der erhöhten Energiedichte können große Mengen an Brennstoff eingespart werden. Um das Oxyfuel-Verfahren auch in Zukunft interessanter zu machen ist es von großem Interesse, dieses sowohl ökonomisch als auch ökologisch weiter zu optimieren. Eine Möglichkeit das Oxyfuel-Verfahren weiter zu optimieren, stellt dabei die Nutzung der Abwärme dar, welche z. B. zum Vorwärmen der Medien (Brenngas, Sauerstoff) genutzt werden kann. Durch die Medienvorwärmung und die daraus resultierende, dem Brennraum zusätzlich bereitgestellte thermische Energie, lässt sich für eine definierte Ofentemperatur direkt chemisch gebundene Energie (Brenngas) einsparen. Der reduzierte Brenngasverbrauch spiegelt sich direkt in einer Reduktion der CO₂-Emission wieder.

Im Rahmen eines öffentlich geförderten Forschungsvorhabens wurden am Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. Messungen zur Oxyfuel-Verbrennung mit Medienvorwärmung durchgeführt. Es wurden dabei drei Feldmessungen für unterschiedliche Medienvorwärmtemperaturen durchgeführt. Ziel dieser Versuchsreihe war es herauszufinden, welchen Einfluss eine Medienvorwärmung auf die Spezies- (CO, CO₂, O₂, NO_x) und die Temperaturverteilung in der Brennkammer hat und wie viel Brenngas bzw. CO₂ sich durch diese Maßnahme einsparen lässt.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wird zunächst auf die Grundlagen des Oxyfuel-Prozesses eingegangen und beschrieben, welche Erfolge sich daraus bereits verzeichnen lassen. Anschlie-

ßend werden weitere Möglichkeiten zur Optimierung dieses Prozesses genannt. Nach der Erläuterung der wichtigsten verbrennungstechnischen Grundlagen und der Beschreibung des Messtandes, sowie der verwendeten Messtechnik, folgt eine energetische Bilanzierung des Versuchsofens. Dabei wird auf jeden anliegenden Wärmestrom eingegangen. Am Ende dieses Kapitels wird zudem berechnet, wie viel Brenngas und CO₂ sich durch eine Medienvorwärmung einsparen lässt. Abschließend wird in Kapitel 6 der Einfluss einer Medienvorwärmung auf die Speziesverteilung und Temperaturverteilung diskutiert. Grundlage der Diskussion bilden hierbei die aus den Messdaten gewonnenen 2D-Konturplots.