

Experimentelle und theoretische Untersuchungen zur gemeinsamen Zündung und Überwachung sowie zur gekoppelten Überwachung und Regelung turbulenter Diffusionsflammen in Gasfeuerungen

Gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen – AiF

Zusammenfassung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden umfangreiche experimentelle und theoretische Untersuchungen an verschiedenen Brennertypen durchgeführt. Es sollte untersucht werden, ob ein funktionaler Zusammenhang zwischen den Betriebszuständen von Industriebrennern (Leistung, Luftzahl) und den unterschiedlichen von Diffusionsflammen ausgehenden Informationen (Strahlung, Flammenflackern) oder den in der Flamme messbaren Größen (Ionisationsstrom, Gaskonzentration, Temperatur) hergestellt werden kann. Die Mess- und Berechnungsergebnisse sollten die Möglichkeit einer Verbrennungsregelung an turbulenten Diffusionsflammen mittels Flammensignal aufzeigen. Von den Ionisationsstrommessungen und der numerischen Simulation ausgehend sollte daraufhin versucht werden, die beiden Punkte der elektrischen Zündung und der elektrischen Flammenüberwachung (Ionisationsüberwachung) in Bezug auf Optimierungs- und Auslegungskriterien von Brennern zu vereinen.

Des Weiteren sollten die Forschungsergebnisse zur Betriebssicherheit von Brennern mit nicht sichtbaren Flammen (NSF-Brenner) beitragen. Die Überwachung von NSF-Brennern wird bisher allein durch Temperatursensoren realisiert. Da die NSF-Brenner zukünftig auch in anderen Bereichen, z. B. in Gasturbinen, eingesetzt werden, ist es notwendig, Alternativen bereitzustellen, die zum einen in vorhandenen Anlagen integriert werden können und zum anderen keine hohen Kosten verursachen. Die Möglichkeit zusätzlicher Überwachungssysteme würde den Einsatz von NSF-Brennern in Anlagen unterstützen und somit die Wettbewerbsfähigkeit dieser Brenner erhöhen.

Das Projekt wurde gemäß den Vorgaben des im Forschungsantrag beschriebenen Lösungsweges durchgeführt. Der erste Punkt beinhaltete die Messung des Ionisationsstromsignals an unterschiedlichen Industriebrennern zur Bestimmung des Einflusses verschiedener Parameter auf die Ionisation. Hierzu wurde ein bereits bestehender Versuchsstand erweitert und eine geeignete Messschaltung erstellt. Die experimentellen Untersuchungen wurden daraufhin mit zwei Industriebrennern am modifizierten Zündversuchsstand durchgeführt. Im zweiten Schritt erfolgte der Vergleich zwischen den der Zündung betreffenden Ergebnissen mit den Ergebnissen aus der Ionisationsstrommessung.

Der dritte Arbeitspunkt umfasste die Bestimmung der Nutzsignale verschiedener Sensoren/Detektoren. Nach Auswahl geeigneter Sensoren/Detektoren wurden diese zur Überprüfung hinsichtlich eines verwertbaren Nutzsignals an den Industriebrennern getestet. Parallel zu diesen Untersuchungen erfolgte die mathematische Modellierung der Industriebrenner. So-

wohl die experimentellen wie auch die numerischen Ergebnisse wurden zur Bestimmung von möglichen Korrelationen zwischen den von Flammen ausgehenden Informationen (Messsignal) und den unterschiedlichen Betriebszuständen ausgewertet und in Bezug auf eine mögliche Nutzung zur Verbrennungsregelung bewertet.

Im letzten Arbeitsschritt wurden experimentelle und theoretische Untersuchungen an einem NSF-Brenner durchgeführt. Experimentell erfolgten die spektrale Analyse der Reaktionszone mittels Spektrometer sowie die Temperaturbestimmung bei unterschiedlichen Ofenraumtemperaturen. Numerisch wurden die Temperatur- und Speziesverteilungen bestimmt.

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes konnte gezeigt werden, dass eine Regelung auf Basis des Ionisationsstromsignals oder auf Basis der im Brennernahbereich messbaren Gaskonzentrationen und Temperaturen nicht zielführend ist. Eine Verbrennungsregelung auf Basis der OH-Strahlung oder des Flammenflackerns scheint hingegen prinzipiell möglich, setzt jedoch eine exakte Zuordnung der Messsignale zu den jeweiligen Brenneinstellungen voraus. Zur Bestimmung von verlässlichen Kurven müssen jedoch die Flammen der Brenner detaillierter untersucht werden.

Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass die OH-Signale auch zur Überwachung von NSF-Brennern genutzt werden können. Da der Einsatz der in diesem Projekt zur OH-Aufnahme verwendeten CCD-Kamera aus wirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll ist, muss ein preisgünstiger Sensor entwickelt werden, der die entsprechenden technischen Voraussetzungen erfüllt. Dieser Sensor sollte möglichst nur die Strahlung im Wellenlängenbereich um 306 nm detektieren und muss eine ausreichende Sensitivität für diesen Wellenlängenbereich besitzen.

Die in diesem Projekt erzielten Ergebnisse können als Grundlage weiterführender Untersuchungen genutzt und zur Unterstützung bei der Entwicklung des OH-Sensors herangezogen werden. Zudem dienen die experimentellen Untersuchungen als Vergleichswerte für zukünftige Berechnungen. Wie die in diesem Projekt durchgeführten Ergebnisse der mathematischen Modellierung verdeutlichen, besteht - speziell bei der Berechnung der OH-Verteilungen - weiterer Forschungsbedarf.

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Meik Kösters

Gaswärme-Institut e.V. Essen

Industrielle Gasverwendung

Hafenstraße 101

D-45356 Essen

Telefon: 0201 3618 (0)-278

Telefax: 0201 3618-238

E-Mail: koesters@gwi-essen.de