

THERMISCHE ÜBERWACHUNG UND PRÄZISE VERBRENNUNGSKONTROLLE AUF BASIS OPTISCHER DIAGNOSETECHNIKEN IN BRENNKAMMERN

Vanessa MOOSBRUGGER¹, Fabrice GIULIANI¹, Lukas ANDRACHER²

Inhalt

Bei dem Betrieb von Gasturbinen-Anlagen bestimmt die Qualität der Verbrennung nicht nur die Zusammensetzung der ausgestoßenen Emissionen, sondern auch die Lebensdauer der gesamten Anlage. Eine stabile Verbrennung kann die Komposition der Verbrennungsprodukte stark verändern und somit die Auswirkungen auf die Umwelt dementsprechend positiv beeinflussen. Dieses Projekt befasst sich mit der Entwicklung einer Sonde, die es ermöglicht einen Blick in die Brennkammer zu werfen und somit die Verbrennung aktiv zu überwachen und zu verbessern. Die entwickelte miniaturisierte optische und akustische Überwachung der Flamme zeichnet sich durch eine exakte Einspritzung und der Findung eines idealen Betriebspunktes aus, was zu einem geringeren Verbrauch, geringerer NO_x-Emissionen und weniger Feststoffteilchen führt. Die Sonde informiert also in Echtzeit, ob eine Flamme vorhanden ist, ob die Verbrennungssequenz erfolgreich war und wie die aktuellen Betriebsbedingungen sind (Druck, Temperatur) und detektiert gleichzeitig Verbrennungsinstabilitäten. Zum derzeitigen Entwicklungsstand ist die Sonde für den Einsatz in thermischen Anlagen bereit. In weiterer Folge soll ein Einsatz in Gasturbinen möglich sein. Die Firma Combustion Bay One hat dieses Projekt gemeinsam mit der FH-Joanneum (Institut Luftfahrt) initiiert und realisiert und wurde finanziell durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) und das Bundesministerium für Transport, Innovation und Technologie unterstützt.

Methodik

Die Sonde (Abb. 1) besteht aus einer Fotodiode, einem Mikrofon, einem Glasrohr aus Quarzglas und einer Platine, auf der die Sensoren an der Spitze montiert sind. Der Quarzglas-Prüfkörper wird derzeit durch Luft aktiv gekühlt und wird bei Einsatz in einer Gasturbine durch flüssiges Kühlmittel gekühlt werden.

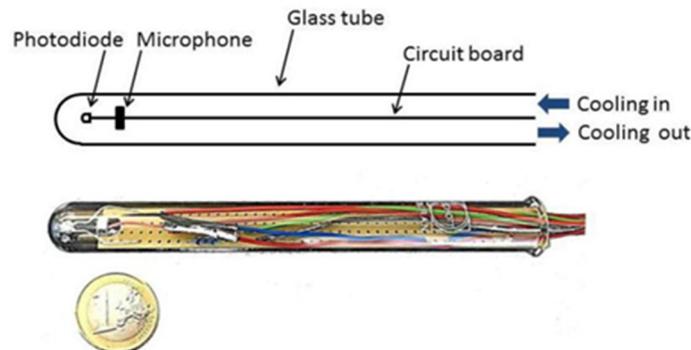


Abbildung 1: Rayleigh Kriterium Sonde zur optischen und akustischen Überwachung des Brennraumes

Um die Daten in Echtzeit aus der Brennkammer verarbeiten zu können wird ein Einplatinenrechner Raspberry Pi verwendet. Die verstärkten Signale aus dem Brennraum werden mittels eines Stereo-Analog-Digital-Konverters (ADC) an den GPIO (General Purpose Input/Output) gesendet und dargestellt. Zusätzlich wird auf der Sonde ein Analog-Digital-Konverter MCP-3008 mit 8 Eingängen und 10 Bit Genauigkeit verwendet und ein PTC Thermistor zu Temperaturüberwachung. Durch die tragbare Messkette mit der Sonde erhält man ein leichtes aber trotzdem robustes Stand-Alone-System zur Signalauswertung und Signaldarstellung.

¹ Combustion Bay One e.U, Ruckerlberggasse 13, 8010 Graz, www.cbone.at,
{Tel.: +43 664 4552585, vanessa.moosbrugger@cbone.at},
{Tel.: +43 316 228980, fabrice.giuliani@cbone.at}

² FH JOANNEUM Gesellschaft mbH, Alte Poststraße 149, 8020 Graz, Tel.: +43 316 5453-6416,
lukas.andracher@fh-joanneum.at, www.fh-joanneum.at



Abbildung 2: Tragbare Messkette

Ergebnisse

Ein Ziel dieser Arbeit war es zu analysieren ob und in welchem Bereich der Brennkammer die Zündung erfolgreich war. Durch den Einsatz mehrerer Sonden im Brennraum verteilt können Verbrennungsinstabilitäten genau detektiert und lokalisiert werden. Eine umfassende Versuchsreihe hat dazu beigetragen eine ideale Anordnung der Sonden zu finden um optimale Aussagen über die Verbrennungsvorgänge innerhalb der Brennkammer treffen zu können. Im Vergleich zu konventionellen Sensoren zur Verbrennungsüberwachung arbeitet dieses System zusätzlich zur Fotodiode mit einem Mikrofon. Verbrennungsinstabilitäten können riesigen Schaden an der Brennkammer, durch plötzlich auftretende Temperatur und Druckspitzen, anrichten. Die alleinige Überwachung mittels Optik kann solche Phänomene nicht erfassen. Durch den zusätzlichen Einsatz eines Mikrofons und der speziellen Anordnung der Sensoren hat sich gezeigt, dass sich die Intensität der Flamme besser beurteilen lässt. In Abbildung 3 sieht man den Versuchsaufbau, bei dem mehrere Sonden entlang eines Flammrohres angeordnet wurden. Daneben ist die Antwort der Sensoren abgebildet. Sobald sich eine Flamme vor dem Sensor befindet gibt es eine Spitze in der Darstellung. Durch die Anordnung mehrerer Sonden kann man genau sagen, ob die Flamme von rechts oder von links kommt, je nachdem, welches Instrument zuerst anspricht.

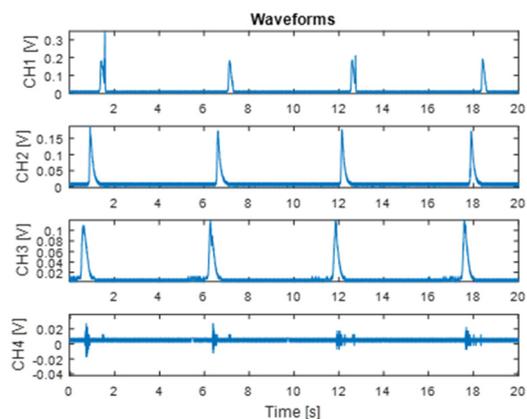
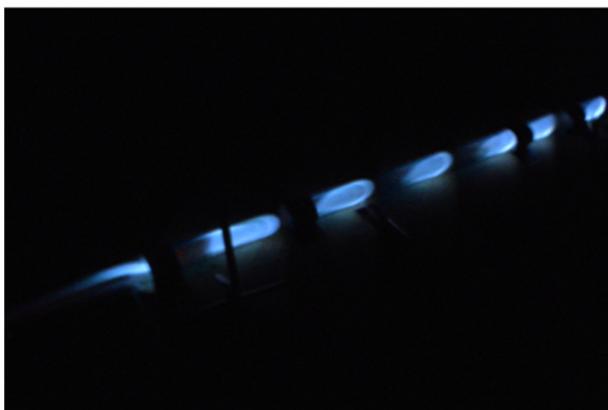


Abbildung 3: Erfolgreiche Flammenlokalisierung mit der Signaldarstellung

Die Messkette stellt bei diesem Projekt eine Kombination aus Verbrennungsqualitätskontrolle, einer Echtzeitüberwachung des Motors und einer besseren Überwachung der Sicherheitsmargen dar.