

Bachelor- oder Masterarbeit

Stabilitätsanalyse von laminaren Eisenstaubflammen

Motivation

Eisenpartikel können in einem geschlossenen Kreislauf als kohlenstofffreier, chemischer Energieträger zur Speicherung erneuerbarer Energie eingesetzt werden. Dabei wird grüner Wasserstoff zur Reduktion von Eisenoxidpartikeln genutzt (Einspeicherung). Räumlich und zeitlich getrennt davon werden die resultierenden Eisenpartikel unter Energiefreisetzung oxidiert, wobei die Wärme prozesstechnisch oder zur Stromerzeugung genutzt werden kann (Ausspeicherung). Zur Untersuchung grundlegender Phänomene während der Hochtemperaturoxidation von mikrometergroßen Eisenpartikeln, wurde am Engler-Bunte-Institut ein Brenner vom Typ Bunsen entwickelt, welcher die Stabilisierung von Eisenstaubflammen in einem großen Betriebsbereich ermöglicht. Außerhalb des stabilen Betriebsbereichs kann es zu unerwünschten Effekten wie Oszillationen, Flammenrückschlägen (Flashback) oder zur Erlöschung der Flamme (Blow-off) kommen. Abbildung 1 zeigt beispielhafte Aufnahmen einer erlöschenden, einer stabilen sowie einer rückschlagenden Eisenstaubflamme. Um in technischen Verbrennungsprozessen einen sicheren, kontrollierten Betrieb zu gewährleisten, ist die Kenntnis des stabilen Betriebsbereichs der Flamme unabdingbar. Die Stabilität der Flamme ist stark von den Betriebsbedingungen, wie der Strömungsgeschwindigkeit, Partikelkonzentration, Sauerstoffanteil, Mantelströmung (Co-Flow) und Vorwärmtemperatur abhängig.

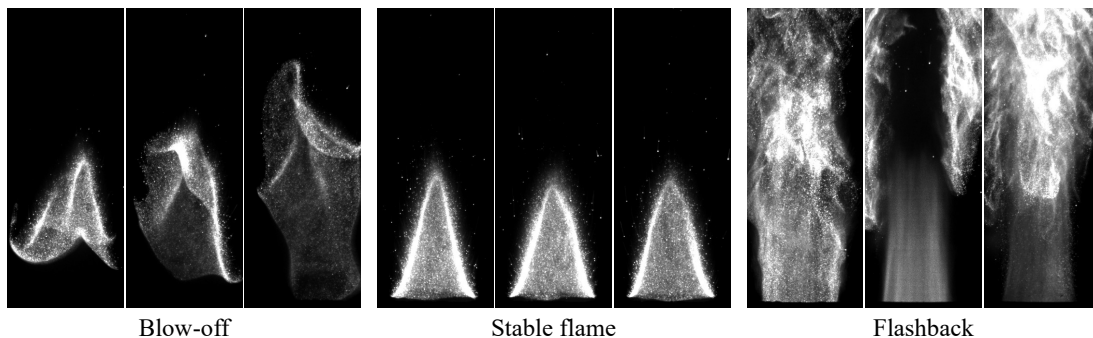


Abbildung 1: Beispielhafte Aufnahmen einer erlöschenden, einer stabilen sowie einer rückschlagenden Eisenstaubflamme (von links nach rechts).

Projektbeschreibung

Ziel der Arbeit ist die Untersuchung der Stabilität von laminaren Eisenstaubflammen in Abhängigkeit ausgewählter Betriebsbedingungen. Als Grundlage der Stabilitätsanalyse dienen die Partikelemission und die daraus erkennbare Struktur der Flamme, welche mithilfe eines bildgebenden Verfahrens für unterschiedliche Betriebsbedingungen erfasst werden sollen. Zur quantitativen Charakterisierung der Flammenstabilität soll ein geeigneter Stabilitätsparameter ermittelt werden. Durch die Implementierung einer Auswerteroutine, soll der ausgewählte Parameter automatisiert für die unterschiedlichen experimentellen Randbedingungen quantifiziert werden. Die Auswerteroutine soll in einer Sensitivitätsanalyse hinsichtlich ihrer Genauigkeit und Robustheit untersucht werden. Schließlich sollen die gewonnenen Messdaten ausgewertet, interpretiert und physikalisch eingeordnet werden.

Die inhaltlichen Schwerpunkte der Arbeit können — abhängig von Interesse, Startdatum und Projektfortschritt — flexibel gestaltet werden.

Bachelor- oder Masterarbeit

Aufgaben

- Literaturrecherche zur Eisenstaubverbrennung, bildgebenden Messmethoden und quantitativen Parametern zur Charakterisierung der Flammenstabilität.
- Erfassung zeitaufgelöster Aufnahmen der Partikelemission und Flammenstruktur bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen.
- Auswahl eines geeigneten Parameters zur Quantifizierung der Flammenstabilität.
- Implementierung einer Auswerteroutine zur Quantifizierung des ausgewählten Stabilitätsparameters auf Basis der gewonnen Messdaten.
- Durchführung einer Sensitivitätsanalyse zur Prüfung der Methodik, Robustheit und Genauigkeit der Auswerteroutine.
- Analyse des Einflusses unterschiedlicher Betriebsbedingungen auf die Flammenstabilität anhand des gewählten Stabilitätsparameters und Bestimmung der stabilen Betriebsbereiche der laminaren Eisenstaubflamme.
- Schriftliche Dokumentation und kritische Bewertung der Messmethodik, der Messunsicherheiten und der erzielten Ergebnisse.

Hintergrundwissen

Die Abschlussarbeit richtet sich an Studierende der Ingenieurwissenschaften oder verwandter Fachrichtungen. Vorkenntnisse in MATLAB oder Python sind hilfreich, aber nicht zwingend erforderlich. Freude an experimenteller Arbeit und/oder Datenanalyse wird vorausgesetzt.

Datum, Ort

Ab sofort, Campus Süd

Kontakt

Wenn wir Euer Interesse geweckt haben, wendet Euch gerne an uns:

Betreuer: [Malte Seitz \(malte.seitz@kit.edu\)](mailto:malte.seitz@kit.edu) & [Dr.-Ing. Fabian Hagen \(fabian.hagen@kit.edu\)](mailto:fabian.hagen@kit.edu)

Aufgabensteller: [Prof. Dr.-Ing. Dimosthenis Trimis](mailto:dimosthenis.trimis@kit.edu)