

Masterarbeit

Ortsaufgelöste Probenahme mit einer Gassonde zur Bestimmung von Hauptspezieskonzentrationen bei der Ammoniakverbrennung in porösen Medien

Motivation

Angesichts der globalen Bestrebungen zur Dekarbonisierung der Energieversorgung rückt Ammoniak zunehmend als vielversprechender Energieträger in den Fokus. Neben seiner Rolle als Wasserstoffspeicher und -transportmedium bietet Ammoniak auch Potenzial für eine direkte thermochemische Nutzung. Die komplexe Reaktionskinetik sowie die zugrunde liegenden Prozesse der Ammoniakverbrennung sind jedoch bislang nur unzureichend verstanden. Darüber hinaus stellt die Verbrennung von Ammoniak aufgrund der geringen Flammenstabilität und potenziell hoher Schadstoffemissionen eine technische Herausforderung dar. Ein vielversprechendes Konzept zur Adressierung dieser Probleme ist die nicht-vorgemischte Verbrennung in porösen Medien. Durch die Kopplung von Strömung, Wärmeübertragung und chemischer Reaktion innerhalb der porösen Struktur kann eine erhöhte Flammenstabilität erreicht werden. Gleichzeitig bietet dieses Konzept das Potenzial, die Bildung von Stickoxiden durch eine partielle Dehydrierung des nicht-vorgemischten Ammoniaks zu reduzieren und unverbrannte NH_3 -Emissionen durch einen vollständigen Abbrand zu minimieren. Für ein vertieftes Verständnis der zugrunde liegenden chemischen Prozesse ist die experimentelle Bestimmung lokaler Spezieskonzentrationen innerhalb der Reaktionszone erforderlich. Aufgrund der eingeschränkten optischen Zugänglichkeit poröser Medien sind optische Diagnostikverfahren jedoch nur begrenzt anwendbar. Eine geeignete Alternative stellt daher die invasive Gasprobenahme mittels Gassonde mit anschließender Analyse der Gaszusammensetzung dar. Bei geeigneter Auslegung der Sondengeometrie und der Betriebsbedingungen kann eine möglichst minimalinvasive und reproduzierbare Probenahme realisiert werden, wodurch detaillierte Einblicke in die Flammenchemie innerhalb des porösen Mediums ermöglicht werden.

Projektbeschreibung

Im Rahmen Ihrer Arbeit arbeiten Sie in unserem einzigartigen Ammoniaklabor und beschäftigen sich mit einem Porenbrennerkonzept für die schadstoffarme Ammoniakverbrennung und dessen Charakterisierung mithilfe einer Gassonde. Zuerst ist die bestehende Sonde unter Berücksichtigung der zu erwartenden experimentellen Randbedingungen zu überarbeiten. Ziel der Vorauslegung ist die Definition einer geeigneten Sondengeometrie (Form, Länge und Durchmesser) und Betriebsparameter (notwendige Verdünnung und Absaugdruck), die eine vollständige Detektion aller relevanten Spezies ermöglicht. Nach dem Aufbau soll die Sonde zunächst an der kalten Strömung validiert werden. Im Anschluss gilt es das finale Gassondendesign in der nicht-vorgemischten Ammoniakflamme im porösen Medium und deren lokale Flammenchemie zu untersuchen. Ziel des Projektes ist es die Gaskonzentration der Verbrennungsprodukte und -Produkte im porösen Medium ortsaufgelöst darzustellen.

Aufgaben

- Literaturrecherche zur Ammoniakverbrennung und Gasprobenahme
- Vorauslegung der Sondengeometrie unter Berücksichtigung der experimentellen Randbedingungen und Gasanalyseperipherie
- Aufbau und Inbetriebnahme der Sonde sowie Validierung an der kalten Strömung
- Automatisierung der Probenahmestrategie und Implementierung der Datenerfassung
- Anwendung der Messtechnik im porösen Medium unter Variation verschiedener Randbedingungen (Leistung, Geometrie, & Gemischzusammensetzung)
- Auswertung und Interpretation der Messdaten
- Schriftliche Dokumentation und Präsentation der Arbeit im Rahmen des Institutsseminars

Masterarbeit

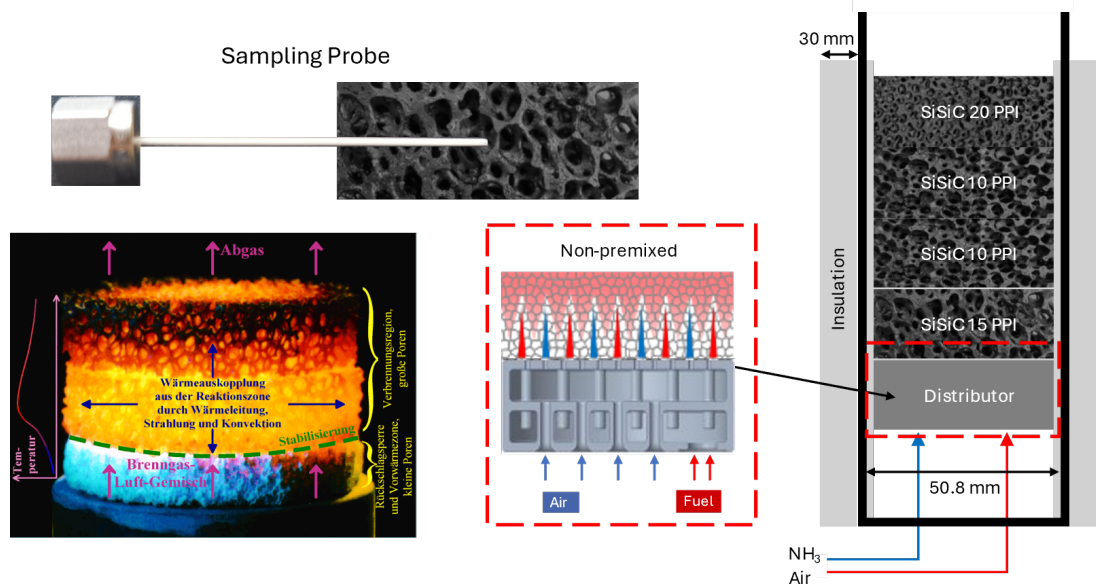


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Wärmetransportprozesse im Porenbrenner (links), des Brenneraufbaus (rechts) und der Gasprobenahme (oben).

Lernziele

- Selbstständiges Lösen komplexer technischer Probleme
- Entwicklung eines tiefgehenden Verständnisses von Strömungs- und Verbrennungsprozessen
- Planung, Durchführung und Auswertung experimenteller Untersuchungen
- Kritische Analyse und Interpretation experimenteller Daten
- Strukturierte Darstellung wissenschaftlicher Ergebnisse

Hintergrundwissen

Die Masterarbeit richtet sich an Studierende der Verfahrenstechnik, des Chemieingenieurwesens, des Maschinenbaus oder der Physik mit Interesse an hochaktuellen technischen Fragestellungen und Freude an experimenteller Arbeit.

Datum, Ort

Ab sofort, Campus Süd

Kontakt

Wenn wir Euer Interesse geweckt haben, dann meldet Euch gerne:

Aufgabensteller: Prof. Dr. Dimosthenis Trimis
Betreuer: Daniel Kretzler, M.Sc. (daniel.kretzler@kit.edu)