

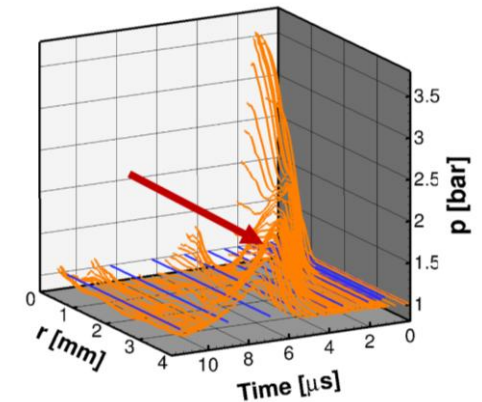
Bachelorarbeit / Masterarbeit

Energetische Analyse der Stoßwellenbildung und deren Verlustmechanismus bei der Funkenzündung von NH_3/H_2 /Luft-Mischungen

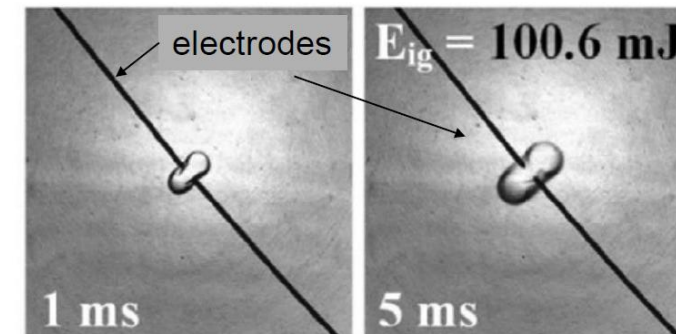
Ammoniak ist ein kohlenstofffreier Energieträger (es setzt kein CO_2 frei) und verfügt über eine hohe volumetrische Energiedichte gegenüber Wasserstoff (H_2). Ein wesentlicher Vorteil liegt in der Handhabung: NH_3 lässt sich verhältnismäßig leicht speichern und transportieren. Die dafür nötige Infrastruktur ist weitgehend bereits vorhanden. Allerdings erschwert die geringe Reaktivität von NH_3 im Vergleich zu Kohlenwasserstoffen die erfolgreiche und stabile Zündung. Diese Herausforderung wird gelöst, indem man NH_3 mit H_2 mischt. Da H_2 ein sehr reaktiver Brennstoff ist, wird die Zündfähigkeit und das Brennverhalten der gesamten Mischung signifikant verbessert.

Wird eine Ammoniak-Wasserstoff-Luft-Mischung durch einen Zündfunken mit einer kurzen Zünddauer ($< 10 \mu\text{s}$) gezündet, so entsteht durch den schnellen lokalen Wärmeeintrag eine Druckwelle, die den Zündvorgang beeinflusst. Für eine erfolgreiche Zündung ist wegen der Druckwelle mehr Energie erforderlich, weil sie einen Teil der eingebrachten Energie aus dem Zündvolumen transportiert. Diese Temperaturabsenkung bzw. dieser „Zündenergieverlust“ durch die Stoßwelle soll im Rahmen der Arbeit untersucht werden.

- Einarbeitung: Literaturrecherche zur numerischen Untersuchung von Zündungen mit Berücksichtigung von Druckwellen (von Ammoniak-Wasserstoff-Mischungen)
- Durchführung von Simulationen: Bestimmung der Mindestzündenergie mit und ohne Berücksichtigung von Druckwellen bei kurzer Zünddauer
- Energetische Analyse: Entwicklung einer Auswertemethode, um die in der ablaufenden Druckwelle enthaltene Energie zu quantifizieren und vom thermischen Energieeintrag abzugrenzen
- Auswertung: Quantifizierung des Wirkungsgrades der Zündung: Welcher Anteil der in das Gas eingebrachten Funkenenergie steht tatsächlich für die Aufheizung des Kerns zur Verfügung? Wie verändert sich Letzteres mit abnehmender Funkendauer?



Simulation: Druckwelle nach Eintrag der Zündenergie



Experiment: Flammenkern nach der Zündung

Ansprechpartner:
Marcel Reinbold

marcel.reinbold@kit.edu

KIT Campus Süd
Geb. 10.91, Raum 320

Bachelorthesis / Masterthesis

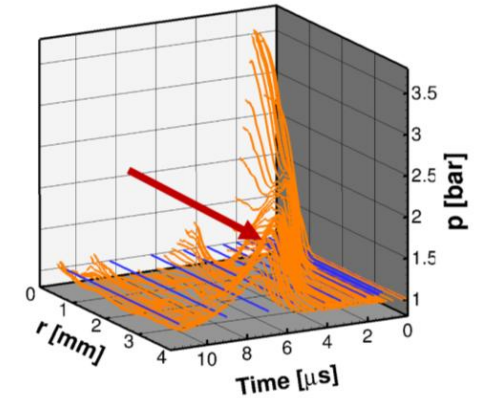
Energetic Analysis of Shock Wave Formation and Loss Mechanisms during Spark Ignition of NH_3/H_2 Mixtures

Ammonia is a carbon-free energy carrier (emitting no CO_2) and possesses a high volumetric energy density compared to hydrogen (H_2). A significant advantage lies in its handling: NH_3 is relatively easy to store and transport, and the necessary infrastructure is largely already in place. However, the low reactivity of NH_3 compared to hydrocarbons complicates successful and stable ignition. This challenge is overcome by mixing NH_3 with H_2 . Since H_2 is a highly reactive fuel, the ignitability and combustion behavior of the entire mixture are significantly improved.

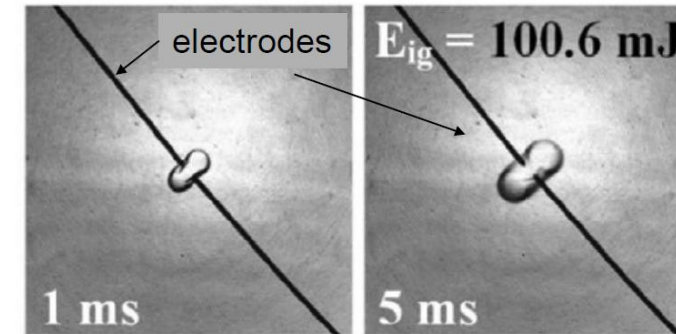
If an ammonia-hydrogen-air mixture is ignited by a spark with a short duration ($< 10 \mu\text{s}$), the rapid local heat input creates a pressure wave that influences the ignition process. Due to this pressure wave, successful ignition requires higher energy because the wave transports a portion of the input energy away from the ignition volume. This drop in temperature, or "ignition energy loss", caused by the shock wave is to be investigated within the scope of this thesis.

Scope of Work

- Familiarization: Literature review regarding the numerical investigation of ignition processes, specifically considering pressure waves in ammonia-hydrogen mixtures.
- Simulation: Execution of simulations to determine the minimum ignition energy required, comparing scenarios with and without pressure wave consideration at short ignition durations.
- Energetic Analysis: Development of an evaluation method to quantify the energy contained in the propagating pressure wave and distinguish it from the thermal energy input.
- Evaluation: Quantification of ignition efficiency. Specifically: What proportion of the spark energy introduced into the gas is actually available for heating the flame kernel? How does this availability change as the spark duration decreases?



Simulation: Pressurewave due to short ignition



Experiment: Flame kernel after ignition

Supervisor:
Marcel Reinbold

marcel.reinbold@kit.edu

KIT Campus Süd

Build. 10.91, Room 320

