

Ausschreibung Masterarbeit

"Simulationsgestützte Auslegung eines Labor-Profilreaktors für die Pyrolyse von Methan"

"Simulation-assisted design of a lab-scale profile reactor for the pyrolysis of methane"

Hintergrund

Der Großteil des in Deutschland genutzten Wasserstoffs wird mit CO₂-emissionsbehafteten Prozessen wie beispielsweise der Methan-Dampfreformierung oder durch Vergasung von Raffinerierückständen und anderen fossilen Brennstoffen erzeugt. Eine Alternative hierzu stellt die Pyrolyse von Methan dar, bei der Methan unter Sauerstoffausschluss bei hohen Temperaturen zu Wasserstoff und festem Kohlenstoff zersetzt wird. Wird dieser Kohlenstoff anschließend nicht oxidativ umgewandelt, so ist durch Methanpyrolyse erzeugter Wasserstoff bilanziell CO₂-neutral. Verglichen mit der Wasserelektrolyse wird bei der Methanpyrolyse pro freigesetztem Wasserstoffmolekül ca. 85% weniger Energie zur Deckung der Reaktionsenthalpie benötigt.

Obwohl die Idee der Methanpyrolyse seit über 50 Jahren bekannt ist, sind die dabei ablaufenden reaktionstechnischen Vorgänge nur unvollständig verstanden und eine mathematische Beschreibung gelingt nur bedingt. Zur weiteren Aufklärung der reaktionstechnischen Vorgänge soll am EBI ceb ein Profilreaktor gebaut und in Betrieb genommen werden, welcher die Messung axiale über die Reaktorlänge aufgelöster Konzentrationsprofile der an der Pyrolyse beteiligten Gaskomponenten ermöglicht. Die Ergebnisse dieser Abschlussarbeit sollen die Auslegungsgrundlage des Profilreaktors darstellen und abschließend einen sinnvollen, zielgerichteten Versuchsbetrieb ermöglichen.

Geplante Arbeiten

Zunächst erfolgt die Einarbeitung in die Thematik der Methanpyrolyse über eine Literaturrecherche mit dem Schwerpunkt auf Quellen zu mikrokinetischen Gasphasenmodellen zur Beschreibung der Methanpyrolyse sowie Feststoff- und Rußbildungsmechanismen. Im weiteren Verlauf der Arbeit soll basierend auf den Literaturansätzen und eigenen Vorarbeiten eine Kopplung der Gasphasenmechanismen mit Feststoff- und Rußbildungsmechanismen erfolgen, was die zuverlässige Vorhersage der Feststoffbildungsgeschwindigkeit für idealisierte Reaktionssysteme ermöglichen soll.

Basierend auf diesem Reaktionsmodell soll ein Profilreaktor für den Umbau einer vorhandenen Apparatur zur Methanpyrolyse ausgelegt werden, sodass ein zielgerichteter Betrieb mit definierten Rahmenbedingungen möglich ist.

Nach dem Umbau und der Inbetriebnahme sollen Vorversuche zum Totzeitverhalten der Apparatur, speziell dem der Probenentnahme aus der heißen Reaktionszone, durchgeführt und eine Auswertemethodik für den weiteren Versuchsbetrieb entwickelt werden.

Beginn der Arbeit: ab 15.10.2026
Betreuer: Niklas Burkhardt
e-mail: niklas.burkhardt@kit.edu, Tel. 0721 608 42563
Aufgabensteller: Prof. Dr.-Ing. Frederik Scheiff