

VORLÄUFIGE AUFGABENSTELLUNG ZUR MASTERARBEIT

„Sorptionsgestützte CO₂-Fischer-Tropsch-Synthese: Untersuchung des Einflusses eines ausgewählten Wassersorbens auf die reaktionstechnischen Kenngrößen.“

Hintergrund und Motivation:

Mit der Änderung des Klimaschutzgesetzes von 2021 setzt sich Deutschland das Ziel, bis 2045 treibhausgasneutral zu werden. Durch die Verbrennung von erdölstämmigen Rohstoffen wird ein Großteil der Treibhausgasemissionen im Energie- und Transportsektor freigesetzt. Der Wandel im Transportsektor tendiert derzeit zu Elektro- und Wasserstoffmobilität. Jedoch wird der Flug- und Langstreckenverkehr aufgrund der hohen benötigten Energiedichte weiterhin auf flüssige Kraft- und Treibstoffe angewiesen sein.

Eine Möglichkeit zur Herstellung flüssiger Energieträger bietet der Power-to-Liquid-Prozess (PtL-Prozess). Ausgehend von erneuerbarem Strom und durch Anwendung der Fischer-Tropsch-Synthese (FTS) kann ein breites Spektrum flüssiger Energieträger hergestellt werden. Bei der FT-Synthese wird Synthesegas, eine Mischung aus Kohlenstoffmonoxid (CO) und Wasserstoff (H₂), zu Kohlenwasserstoffen (KWs) und Wasser umgesetzt. Bei Verwendung eines Eisen-Katalysators kann als Edukt auch CO₂ verwendet werden, jedoch sorgt das entstehende Wasser für eine schnellere Desaktivierung und somit zu einer kürzeren Lebenszeit des Katalysators. Zudem setzt sich Wasser an die aktiven Stellen des Katalysators ab und inhibiert dadurch die Reaktion. Durch die in situ-Wasserentfernung kann diesen Problemen entgegengewirkt werden. Durch das Hinzugeben von kommerziellen Sorbenzien, z.B. Zeolith-Materialien wird das entstehende Wasser aus der Reaktionszone entfernt. In einer Vielzahl von Veröffentlichungen wurden Zeolith-Materialien erfolgreich mittels thermogravimetrischer Analyse auf die Eignung unter erhöhten Temperaturen getestet und weisen eine gute Adsorptionskapazität sowie thermische Stabilität auf.

Am Engler-Bunte-Institut wurde bereits die CO₂-FTS an Eisen-Katalysatoren im Rührkesselreaktor untersucht. Es wurde festgestellt, dass der Umsatz begrenzt ist durch die Deaktivierung des Katalysators durch das entstehende Wasser. Basierend darauf soll durch die Hinzugabe von Sorbenzien der Wasserpartialdruck gesenkt und somit der maximal mögliche Umsatz erhöht werden.

Aufgaben: Das Thema der Masterarbeit beinhaltet die experimentelle Untersuchung des Einflusses eines ausgewählten Sorbens auf die reaktionstechnischen Kenngrößen bei relevanten Betriebspunkten der CO₂-FTS. Dafür soll das Verhältnis von Katalysator zu Sorbens variiert werden und die Ergebnisse mit einer Versuchsreihe ohne Sorbens verglichen werden. Die folgenden Aufgaben sollen in der Arbeit geleistet werden:

- Literaturrecherche zu Wassersorbentzien und Auswahl eines geeigneten Sorbens für die reaktionstechnischen Untersuchungen
- Literaturrecherche zur sorptionsgestützten (CO₂-)FTS, Einfluss von Wasser auf die Reaktion, Mechanismen der Katalysatordeaktivierung
- Planung und Ausführung von Experimenten zur experimentellen Untersuchung des Einflusses von Wassersorbentzien auf die reaktionstechnischen Kenngrößen und Vergleich mit Betriebspunkten ohne Sorbens
- Variation des Katalysator- zu Sorbens-Verhältnis und Bestimmung des optimalen Verhältnisses
- Diskussion der experimentellen Ergebnisse mit Bezug auf die bereits etablierten Ergebnisse in der Literatur
- Ggf.: Modellierung einer Sorptionskinetik mit bereits bestehenden experimentellen Daten von Zeolith 4A

Bei der Ausführung der Arbeit sind die „Grundzüge wissenschaftlichen Arbeitens“ des EBI ceb zu beachten. Die Ergebnisse sind geeignet darzustellen und ausführlich zu dokumentieren. Die Arbeit ist im Rahmen eines Vortrags im „Brennstofftechnischen Seminar“ des Engler-Bunte-Instituts, EBI ceb vorzustellen.

Beginn der Arbeit: 01.04.2025
Abgabe der Arbeit:
Betreuerin: Wiebke Asbahr, M.Sc.
Aufgabensteller: Prof. Dr. Reinhard Rauch