

Herstellung von CO₂-freiem Ammoniak aus Harnstoff und Bariumhydroxid

Name des Diplomanden: Fischer Andreas

Name des Examinators: Prof. Dr. Bunge Rainer

Vertiefungsrichtung: Energie- und Umwelttechnik

Kurzfassung der Diplomarbeit

Zur Zerstörung von Stickoxiden (NOx) auf mobilen Dieselmotoren hat sich das SCR-Verfahren (selektive katalytische Reaktion) durchgesetzt. Die NOx werden dabei zusammen mit Ammoniak (NH₃) zu Wasser und unschädlichem Stickstoff umgesetzt. Ammoniakwasser und Ammoniakgas sind aber toxisch. Alternativ kommt grundsätzlich auch der ungiftige Harnstoff als Reduktionsmittel in Frage, denn Harnstoff setzt unter erhöhter Temperatur Ammoniak frei. Allerdings ist Harnstoff als Reduktionsmittel in vielen Anwendungen ungeeignet, insbesondere bei Motoren mit niedrigen Temperaturprofilen und schnellen Lastzyklen, wie z.B. in Bussen im Stadtverkehr. Wird die Harnstofflösung direkt in den Abgasstrahl eingespritzt, bilden sich Verkrustungen im Abgasrohr und im Katalysator.

Vorversuche am umtec, haben gezeigt, dass die Verwendung eines trockenen Gemisches aus Harnstoff und Bariumhydroxid hervorragend zur Produktion des erforderlichen reinen Ammoniakgases geeignet ist. Bei einer Erhitzung über 80°C gäst Ammoniak aus, ohne dass die unerwünschte Ausgasung von CO₂ zu befürchten ist, welches in Verbindung mit Ammoniak zu Verkrustungen führt.

Ziel dieser Diplomarbeit war es, die wichtigsten Versuche des umtec nachzufahren und durch eigene erweiterte Versuche den Prozess zu optimieren. Weiter sollte eine Pilotanlage zur Herstellung von Ammoniak aus Harnstoff und Bariumhydroxid geplant werden, wie sie später auf einem Versuchsfahrzeug installiert werden könnte.

Mit Hilfe von Versuchen wurde die Produktion von Ammoniak aus Harnstoff optimiert und folgende Eckpunkte wurden erreicht:

- 75% Umsatz innerhalb von 2½ Stunden
- 95% Umsatz innerhalb von 6 Stunden
- Produktion von 0,5l/min Ammoniak in einem 0,5l-Behälter
- vollständige CO₂-Absorbtion

Eine auf einem Fahrzeug einsetzbare Pilotanlage wurde geplant und als Prototyp gebaut. Diese zeichnet sich durch folgende Punkte aus:

- Beiheizung mittels elektrischer Widerstandsheizung
- Stetige Ammoniakproduktion
- Ammoniakspeicherung im Reaktionsbehälter
- Auswechselbare Patronen mit notwendigen Chemikalien



Abbildung links:
isolierter Reaktor