

# Automation und Steuerung eines Hocheffizienz-Twin-Reaktors mittels MEMS Sensoren

Student



Davide Rodoni

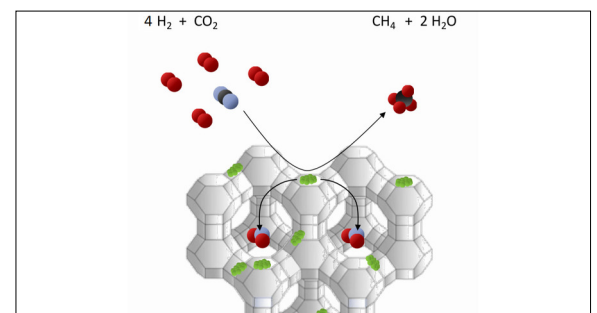
**Einleitung:** Die Methanisierung ist ein exothermer Prozess, bei dem Kohlendioxid und Wasserstoff durch einen Katalysator in Methan und Wasser umgewandelt werden. Das Vorhandensein von Wasser im Gas am Ausgang des Reaktors führt zu einem unvollständigen Umsatz, was jedoch durch den Einsatz der SmartCat-Technologie gelöst werden kann (Abbildung 1). Dieser spezielle Katalysator besteht aus nickelbeschichteten Zeolithen. Die Zeolithe adsorbieren das bei der Reaktion entstehende Wasser, so dass das Ausgangsgas des Reaktors zu fast 100% aus Methan besteht. Dieser Prozess ist zyklisch, da der Zeolith mit Wasser gesättigt wird und getrocknet werden muss. Hier kommt die Automatisierung ins Spiel. Durch die Zirkulation eines Trocknungsgases durch den Reaktor, kann dem Zeolithen Wasser entzogen werden. Das feuchte Gas am Ausgang des Reaktors kann getrocknet und zur weiteren Regeneration in die Anlage zurückgeführt werden. Ziel dieser Arbeit ist es, eine bestehende Anlage umzubauen und mit einer SPS zu automatisieren.

**Vorgehen / Technologien:** Die Automatisierung des Systems erfolgte mit Hilfe von Sensoren, die von der Firma MEMS entwickelt wurden und es ermöglichen, die durch das System strömende Gasmischung anhand seiner Wärmeleitfähigkeit zu bestimmen. Abbildung 2 zeigt den Trend des vom Sensor abgegebenen Signals während der Methanproduktion und der Regeneration des Katalysators. Die Steuerung der Gasströme erfolgt durch 2-Wege-Ventile, wie in Abbildung 3 dargestellt. Die Magnetventile werden über zwei Relais gesteuert und teilen die beiden Reaktoren in zwei mögliche Zustände ein: Produktion und Regeneration. Die Sensoren und Relais sind mit einer SPS (Speicherprogrammierbare Steuerung) verbunden, die zur Steuerung des Systems wirkt. Diese Steuerung wurde in Codsys programmiert und kann die Ventile auf Basis der Sensorsignale autonom, d.h. ohne Anschluss an einen Computer, steuern.

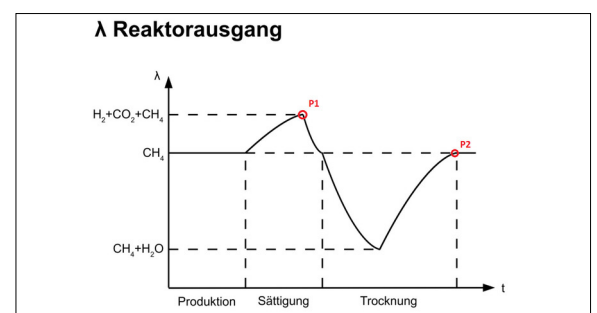
**Ergebnis:** Zur Überprüfung, ob Programm, Sensoren und Ventile ordnungsgemäß funktionieren, wurde eine Simulation mit einer Mischung aus Methan-Wasserstoff und Methan-CO<sub>2</sub> durchgeführt, die die beiden Extremzustände darstellen. Mit Methan wird die Produktion simuliert, d.h. die Reaktion in den Reaktoren läuft korrekt ab. Bei der Zugabe von Wasserstoff wird die Sättigung des Katalysators simuliert, bis der in Abbildung 2 dargestellte Punkt P1 erreicht ist, bei dem die Reaktion unvollständig abläuft. Wenn dieser Wert überschritten wird, soll das System reagieren und mit der Regeneration des Katalysators beginnen. Diese Regeneration wird durch Zugabe von CO<sub>2</sub> simuliert. Dadurch wird der vom Sensor erzeugte Wert verringert und der negative Spitzenwert der Trocknungsphase erreicht. Nach diesem Punkt fließt

nur Methan durch das System, um den Punkt P2 zu erreichen. Nach diesem Punkt sollte das System in den Produktionszustand zurückgehen. Dank dieser Simulation konnte festgestellt werden, dass das System ordnungsgemäß funktioniert und der Methanausstoß im Produktionszustand nie unter 98% gefallen ist.

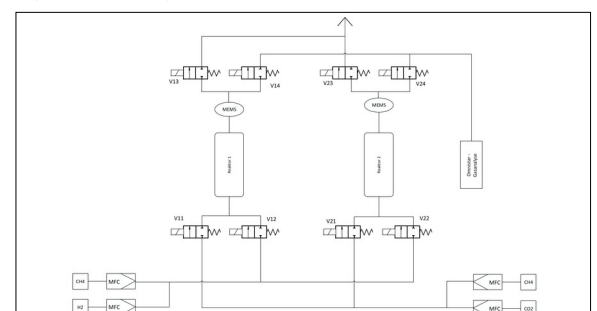
**SmartCat**  
Skript Verfahrenstechnik 2 (Heel): PtX & CO<sub>2</sub> Utilization



**Sensorsignal am Reaktorausgang**  
MEMS AG



**Schema und Schaltbild der pneumatischen Steuerung der Anlage**  
Eigene Darstellung



Examinator  
Prof. Dr. Andre Heel

Themengebiet  
Automation,  
Steuertechnik,  
Energietechnik  
allgemein,  
Umwelttechnik  
allgemein