

Bachelor / Master Thesis

Power-to-Methane: Konstruktion eines Festbettreaktors zur Methanisierung

experimentell / theoretisch

Magdeburg, 05.09.2019

Motivation:

Erneuerbare Energien rücken weltweit zunehmend in den Vordergrund der volkswirtschaftlichen Entwicklung. Da diese Energien von Umweltbedingungen abhängen und dadurch stets stochastisch auftreten, gewinnt deren Umwandlung und Speicherung mittels chemischer Prozesse zunehmend an Bedeutung.

In Zeiten hoher Stromproduktion durch Wind- und Sonnenkraftanlagen, muss in Zukunft sichergestellt werden, dass Überschussenergie nicht - wie bisher üblich - durch Abschaltung der Anlagen verloren geht. Ein möglicher Prozess dafür ist die Methanisierung von elektrolytisch hergestelltem Wasserstoff (H_2) mit Kohlenstoffdioxid (CO_2) zu synthetischem Methan (CH_4), welches anschließend durch das Erdgasnetz gespeichert und verteilt werden kann.

Problem Definition:

Am Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme werden Reaktoren für unterschiedlichste chemische Reaktionen verwendet. In dieser Projektarbeit sind gekühlte, katalytische Festbettreaktoren zu entwickeln, die im speziellen für die Methanisierung genutzt werden können. Diese Reaktion ist stark exotherm, sodass die freiwerdende Wärme möglichst effektiv aus dem Reaktionsraum abgeführt werden muss.

Im Reaktionsraum herrschen bei normalen Reaktionsbedingungen Temperaturen um die 500 °C . Entstehen höhere Temperaturen in besonders heißen Reaktionszonen, nennt man diese lokal auftretenden Temperaturspitzen Hot-Spots, welche Temperaturen von bis zu 700 °C erreichen können. Vorhergehende Untersuchungen haben gezeigt, dass ein geeignetes Reaktordesign, wie z.B. der gekühlte Doppelmantelreaktor, eine Kontrolle dieser Hot-Spots hinsichtlich deren Temperaturüberhöhung und Lage zulässt. Die auftretenden Temperaturunterschiede können dabei signifikante Materialbelastungen im Innen- und Außenmantel des Reaktors hervorrufen. Der sachgemäße, konstruktive Umgang zu dieser Problemstellung ist die Kernfragestellung dieser Projektarbeit.

Aufgabenliste:

Dazu sind folgende Punkte zu bearbeiten:

1. Theoretische Darstellung der Wärmeausdehnungen eines Doppelmantelreaktors (Berechnungsgrundlagen AD2000)
2. Es sind unter folgenden Gesichtspunkten im Vergleich zum einfachen Doppelmantelreaktor eigene Reaktorkonzepte zu entwickeln:
 - Thermische Entkopplung des Innenrohres vom Außenmantel (Faltenbalkkompensation, Längenausdehnung, usw.)
 - Außenmantel abnehmbar, Zentrierungseinbauten zur Positionierung (Strömungsführung über mögliche Einbauten)
 - Außenmantelreinigung
 - Einbau eines faseroptischen Temperatursensors in den Außenmantel
3. Einfache Nachrechnung der Materialfestigkeit auf folgende Beanspruchungen (nach AD2000-Regelwerk):
 - Temperaturstabilität gegenüber einer Maximaltemperatur bzw. einem wandernden Hot-Spot im Katalysatorbett
 - Druck im Reaktor
 - Druck im Heiz- und Kühlsystem
4. Anfertigung einer kompletten Werkstattzeichnung mit Stücklisten
 - Mindestens in 2D AutoCAD -> DWG-Format
 - Möglichst in 3D Siemens NX 12 -> PRT-Format
5. Anfertigung eines technologischen Fertigungsplans

Start:

Herbst 2019

Dauer:

4 Monate (bitte mit Prüfungsrichtlinien abgleichen!)

Kenntnisse:

- Kenntnisse in Apparate- und Anlagenbau oder Maschinenbau
- Grundkenntnisse FEM Strömungsberechnung und FEM Festigkeitsberechnung

Supervisor:

Jens Bremer M.Sc., bremerj@mpi-magdeburg.mpg.de, 0391/6110-412

Dipl.-Ing. Torsten Schröder, schroeder@mpi-magdeburg.mpg.de, 0391/6110-188