

Diss. Nr. 3973

# Über den Wärmeaustausch bei der heterogenen Gaskatalyse im Festbettreaktor

Abhandlung  
zur Erlangung der Würde eines  
Doktors der technischen Wissenschaften

der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZÜRICH

vorgelegt von  
**Eduard Thalmann**  
dipl. Ing.-Chem. ETH  
geboren am 11. Mai 1938  
von Escholzmatt, Kanton Luzern

Angenommen auf Antrag von  
Herrn Prof. Dr. A. Guyer, Referent  
Herrn P.D. Dr. W. Richarz, Korreferent

1968 Zürich  
Offsetdruck P. Schmidberger

## ZUSAMMENFASSUNG

1. In einem von aussen dampfbeheizten Füllkörperrohr wurde der Wärmeübergang auf einen durch das Rohr fliessenden Luftstrom untersucht. Als Füllkörper wurden Quarzsteine mit verschiedenen Partikeldurchmessern verwendet. Der Zusammenhang zwischen Wärmetransport und Gasgeschwindigkeit liess sich durch das allgemeine Potenzgesetz

$$\text{Nu} = a \cdot (\text{Re}_p)^b$$

beschreiben.

2. Es wurden die Temperaturabhängigkeiten der thermodynamischen Gleichgewichtskonstanten, der spezifischen Wärmen der Reaktionsteilnehmer sowie der Reaktionsenthalpie für die Toluolhydrierung berechnet.
3. Die Kinetik der katalytischen Toluolhydrierung wurde in einem Differentialreaktor an einem Nickelkatalysator untersucht, wobei ein Gesetz 0,5-ter Ordnung gefunden wurde. Die Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeitskonstanten konnte im Temperaturintervall von 120 bis 220 °C durch die Parabelgleichung

$$k = 116 + 0,0433 (T - 453) - 0,01585 (T - 453)^2$$

erfasst werden.

4. In einer halbtechnischen Anlage wurden die folgenden Konzentrations- und Mischtemperaturlängsprofile gemessen :
- a) Konstante Kontaktzeit bei variabler Toluolkonzentration
  - b) Variable Kontaktzeit bei konstanter Toluolkonzentration
  - c) Variable Kontaktzeit bei variabler Toluolkonzentration
5. In der gleichen Anlage wurde Benzol hydriert. Diese Reaktion war nur bei grossem Vorumsatz durchführbar, da sonst die Temperatur infolge der grösseren Reaktionsgeschwindigkeit zu stark anstieg.
6. Zur Berechnung der Konzentrations- und Mischtemperaturlängsprofile wurden die Material- und Energiebilanz in differentieller Form aufgestellt. Die Bilanzgleichungen wurden nach der Methode von Runge-Kutta gelöst. Die Uebereinstimmung zwischen den experimentellen und berechneten Profilen ist gut.

7. Die im Differentialreaktor ermittelte Kinetik konnte zur Berechnung der Profile im Integralreaktor benützt werden. Der Druck im Integralreaktor variierte zwischen 870 und 950 mm Hg. In diesem Bereich wurde die Druckabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeitskonstanten durch einen Korrekturfaktor berücksichtigt.
8. Unter Verwendung des Potenzgesetzes

$$\text{Nu} = a \cdot (\text{Re}_p)^b \cdot \left(\frac{L}{D}\right)^{-0,8}$$

kann für den verwendeten Katalysator die Nusseltzahl für verschiedene Betriebsbedingungen und Katalysatorbettdimensionen berechnet werden.

9. Durch Vergleich der berechneten mit den experimentell gemessenen Nusseltzahlen konnte bewiesen werden, dass im vorliegenden Fall der Wärmeübergang durch die ablaufende chemische Reaktion nicht beeinflusst wird.