

Dipl.-Ing. Jürgen Patzlaff, Roßdorf

**Kinetische Untersuchung  
der partiellen Gasphasen-  
hydrierung von Benzol an  
Rutheniumkatalysatoren**

Reihe **3**: Verfahrenstechnik

Nr. **434**

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1 Einleitung und Zielsetzung</b>	<b>1</b>
1.1 Partielle Gasphasenhydrierung von Benzol .....	4
1.1.1 Ergebnisse bei Einsatz von Polyamid-Trägerkatalysatoren .....	4
1.1.2 Ergebnisse bei Einsatz von Rutheniumkatalysatoren .....	6
1.2 Partielle Flüssigphasenhydrierung von Benzol .....	7
1.2.1 Ergebnisse bei Zusatz von Additiven .....	7
1.2.2 Ergebnisse ohne Zusatz von Additiven .....	10
1.3 Reaktionsmechanismus der Benzolhydrierung .....	11
1.3.1 Adsorption von Wasserstoff an Ruthenium .....	11
1.3.2 Adsorption von Benzol an Ruthenium .....	12
1.3.3 Adsorption von Wasser an Ruthenium .....	13
1.3.4 Reaktion von Benzol mit Wasserstoff .....	14
1.3.5 Einfluß des Katalysatorträgers bei der Benzolhydrierung .....	15
1.4 Zielsetzung .....	17
<b>2 Katalysatoren zur partiellen Benzolhydrierung</b>	<b>18</b>
2.1 Darstellung und Charakterisierung des Ru/La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Katalysators ...	22
2.2 Darstellung und Charakterisierung des Ru/SiO <sub>2</sub> -Katalysators ....	24
2.2.1 Darstellung des Ru/SiO <sub>2</sub> -Katalysators .....	24
2.2.2 Charakterisierung des Ru/SiO <sub>2</sub> -Katalysators .....	24
<b>3 Versuchsanlage und Versuchsdurchführung</b>	<b>28</b>
3.1 Versuchsanlage .....	28

	Seite
3.1.1 Gas- und Flüssigkeitsdosierung .....	29
3.1.2 Reaktor .....	31
3.1.3 Kondensator .....	34
3.1.4 Analytik .....	34
3.1.5 Steuerung .....	37
3.2 Versuchsdurchführung .....	38
<b>4 Ermittlung der Reaktionsgeschwindigkeiten</b>	<b>39</b>
4.1 Auswertung der Versuche .....	39
4.2 Einfluß der Stofftransportprozesse .....	43
4.2.1 Äußerer Stofftransport .....	45
4.2.2 Phasenübergang an den Porenöffnungen .....	48
<b>5 Desaktivierungskinetik der Benzolhydrierung</b>	<b>50</b>
5.1 Desaktivierungskinetik ohne Zusatz von Additiven .....	50
5.1.1 Instationäre Messungen der Gasphasenhydrierung von Benzol ..	50
5.1.2 Formalkinetische Beschreibung des Desaktivierungsverhaltens ..	52
5.2 Desaktivierungskinetik bei Zusatz von Wasser .....	57
5.3 Desaktivierungskinetik bei Zusatz von NMP .....	60
<b>6 Kinetik der Hydrierung von Benzol am Ru/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Katalysator</b>	<b>62</b>
6.1 Einfluß des Benzolpartialdrucks .....	62
6.2 Einfluß des Wasserstoffpartialdrucks .....	65

	Seite
<b>7 Kinetik der Hydrierung von Benzol am Ru/SiO<sub>2</sub>-Katalysator</b>	<b>69</b>
7.1 Einfluß der Kohlenwasserstoffpartialdrücke .....	69
7.2 Einfluß des Wasserstoffpartialdrucks .....	74
7.3 Einfluß des Wasserpartialdrucks .....	79
7.4 Einfluß der Temperatur .....	83
<b>8 Kinetisches Modell der partiellen Benzolhydrierung</b>	<b>89</b>
<b>9 Diskussion</b>	<b>100</b>
<b>10 Zusammenfassung</b>	<b>105</b>
<b>11 Versuchsergebnisse</b>	<b>108</b>
<b>12 Literaturverzeichnis</b>	<b>138</b>