

Vorlesung Chemische Technik I: Chemische Reaktionstechnik im

Bachelor-, Master- und Diplom-Studiengang Chemie

http://www.itcp.kit.edu/vorlesung_reaktionstechnik.php

Inhalt:

0. Vorstellung des Fachs inkl. Praktika, Prüfungen etc

Inhaltsverzeichnis der VL CT I

Lehrbücher

Abgrenzung/Überlappung der Vorlesungen CT I und Katalyse

1. Einführung und Grundbegriffe der chemischen Reaktionstechnik

1.1. Einordnung und Aufgabe der chemischen Reaktionstechnik

1.2. Klassifizierung chemischer Reaktionen

1.3. Grundbegriffe der Reaktionstechnik

1.4. Stöchiometrie chemischer Reaktionen

1.5. Vorausgesetzte Grundkenntnisse aus der Chemischen Thermodynamik (PC Vorlesungen)

Erhaltungssätze (Masse, Impuls, Energie); Thermodynamische Größen: H, S, G; chemisches Gleichgewicht; Massenwirkungsgesetz, Gleichgewichtskonstanten, Simultangleichgewichte, adiabatische Reaktortemperatur

1.6. Vorausgesetzte Grundkenntnisse aus der Mathematik

Nullstellenbestimmung, Lösung algebraischer Gleichungssysteme, Lösung von Differentialgleichungssystemen, Parameterschätzung, Fehlerrechnung

2. Stoff-, Wärme-, und Impulstransport

2.1. Konduktiver Transport: Molekulare Transportvorgänge

2.1.1. Stofftransport durch Diffusion

Fick'sches Gesetz, Thermodiffusion (Soret-Effekt), Knudsen-Diffusion

2.1.2. Wärmetransport

Wärmeleitung, Wärmestrahlung, Wärmetransport durch molekularen Stofftransport

2.1.3. Viskosität

2.1.4. Stoff-, Wärme-, und Impulstransport an Grenzflächen

Stoffübergang, Wärmeübergang, Reibung

2.2. Konvektiver Transport: Strömungen

2.2.1. Strömungsarten

laminar, turbulent, kompressible, inkompressibel, Reynoldszahl

2.2.2. Mechanik fließfähiger Medien

ideale Fluide, Bernoulli-Gleichung, reale Fluide,

Druckverlust, laminare Rohströmungen/Hagen-Poiseuille, lokaler

Druckverlust/ c_w -Wert, Durchströmen von Schütttschichten, Ausbildung von

Wirbelschichten

2.3. Bilanzgleichungen

Allgemeine Bilanzgleichung, Navier-Stokes-Gleichungen, Speziesmassenbilanz,

Wärmebilanz (isotherm, adiabat, polytrop)

3. Kinetik chemischer Reaktionen

3.1. Mikrokinetik

3.1.1. Homogene Gas- und Flüssigreaktionen

3.1.2. Heterogen-katalysierte Reaktionen

- 3.1.3. Gas/Feststoffreaktionen
- 3.1.4. Homogen-katalysierte Reaktionen
- 3.2. Makrokinetik: Zusammenwirken von chemischen Reaktionen und Transportvorgängen
 - 3.2.1. Heterogen-katalysierte Gasphasenreaktionen
 - Externe, interne Transportvorgänge; Diffusion und Reaktion (Thiele-Modul); (Nicht-) isotherme Bedingungen; Einfluss der Transportvorgänge auf Aktivierungsenergie, Reaktionsordnung, Selektivität
 - 3.2.2. Fluid-Fluid-Reaktionen
 - 3.2.3. Mehrphasenreaktoren (gas/flüssig/fest)
 - 3.2.4. Fluiddynamische Simulation chemischer Reaktoren (CFD)
- 4. Chemische Reaktionsapparate
 - 4.1. Batch-Reaktor (Satzreaktor)
 - 4.1.1. Ideal: Diskontinuierlich betriebener Rührkessel mit vollständiger (idealer) Durchmischung der Reaktionsmasse ohne Temperaturgradienten
 - 4.1.2. Realer Batchreaktor
 - 4.2. Strömungsrohr
 - 4.2.1. Ideales Strömungsrohr (PFTR): Kontinuierliche Reaktionsführung ohne Rückvermischung der Reaktionsmasse und ohne radiale Gradienten
 - 4.2.2. Reales Strömungsrohr
 - 4.2.3. Monolithische Reaktoren
 - 4.3. Kontinuierlich betriebener Rührkessel (CSTR)
 - 4.3.1. Idealkessel
 - 4.3.2. Realkessel
 - 4.3.3. Rührkesselkaskade
 - 4.3.4. Strömungsreaktor mit Rückführung
 - Schlaufenreaktor
 - 4.4. Verweilzeitspektren
 - 4.4.1. Vergleich Batchreaktor, PFTR, CSTR
 - 4.4.2. Verweilzeitverteilung
 - Experimentelle Bestimmung, Dispersionsmodell
 - 4.5. Festbettreaktoren
 - 4.6. Wirbelschichtreaktoren
 - 4.7. Blasensäulenreaktor
 - 4.8. Mikroreaktoren
 - 4.9. Weitere industrielle Reaktoren
 - Fluid-Fluid-Systemen, Dreiphasenreaktoren, Boden- und Füllkörperkolonnen, Suspensionsreaktoren
 - 4.10. Spezielle Laborreaktoren
- 5. Reaktorauswahl und optimale Prozessführung
 - 5.1. Ermittlung der Reaktionskinetik
 - 5.1.1. Laborreaktoren
 - 5.1.2. Messung und Auswertung kinetischer Daten
 - 5.1.3. Statistische Versuchsplanung
 - 5.1.4. Scale-Up
 - 5.2. Gesichtspunkte der Reaktorauswahl
 - 5.2.1. Umsatzproblem
 - Satz- oder Fleißbetrieb
 - 5.2.2. Koppel- und Nebenprodukte
 - 5.2.3. Temperaturführung

5.2.4. Energiebedarf

Autotherme Verfahren

5.2.4. Thermische Prozesssicherheit

5.3. Optimale Prozessführung

5.3.1. Optimierung von Reaktordesign

5.3.2. Optimierung von Betriebsbedingungen

5.3.3. Software (FLUENT, ASPEN, GPROMS...)

5.3.4. Wirtschaftlichkeit