



Experimentelle und modellgestützte Studie zur Hydrierung von Acrolein zu Allylalkohol in Festbett- und in Membranreaktoren



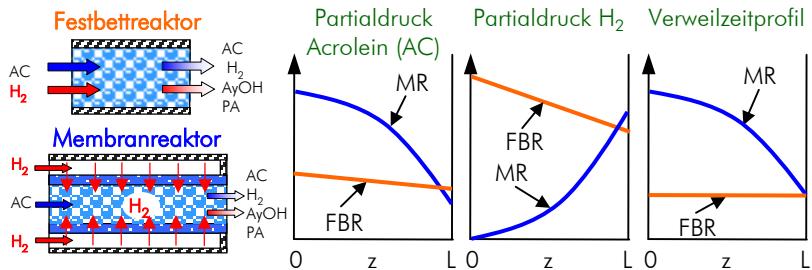
C. Hamel¹, M. Bron², P. Claus², A. Seidel-Morgenstern¹

¹Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme, Magdeburg

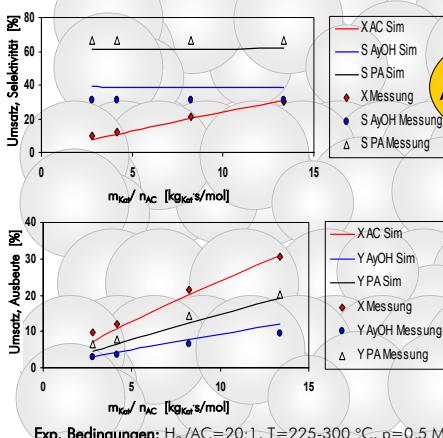
²TU Darmstadt, Ernst-Berl-Institut, Technische Chemie II, D-64287 Darmstadt

Motivation

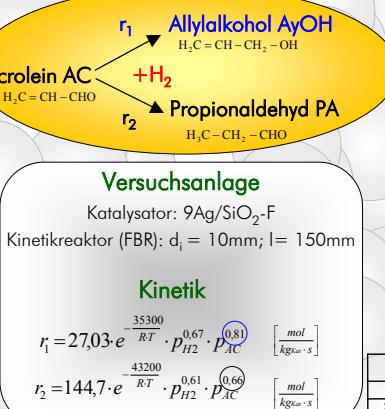
Die Herstellung von Allylalkohol durch selektive Hydrierung von Acrolein als kurzketzigstes α,β -ungesättigtes Aldehyd mit molekularem Wasserstoff ist eine sehr schwierige Reaktion [1]. Die Optimierung von Umsatz und Selektivität stellt dabei eine anspruchsvolle und komplexe Aufgabe dar. Verbesserungen können durch neue, immer spezifischere Katalysatoren erreicht werden, aber auch innovative Reaktorkonzepte und Reaktorbetriebsweisen stellen eine Alternative dar. Mit dieser Arbeit sollen Ergebnisse einer theoretischen Studie zur Hydrierung von Acrolein zu Allylalkohol in Festbett (FBR) und in Membranreaktoren (MR) vorgestellt werden.



Validierung der Kinetik im FBR

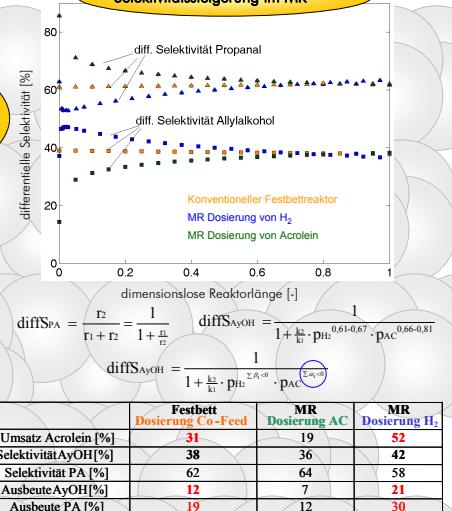


Reaktionsschema

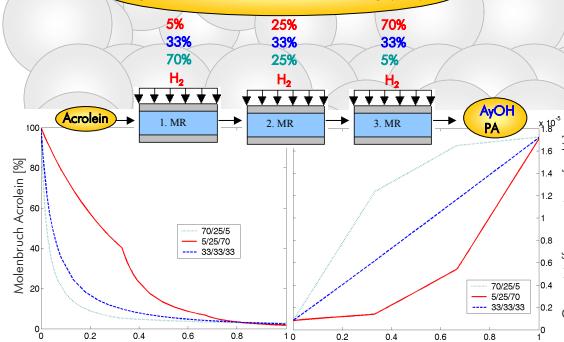


Exp. Bedingungen: $\text{H}_2/\text{AC}=20:1$; $T=225-300^\circ\text{C}$; $p=0,5\text{ MPa}$

Selektivitätssteigerung im MR



Spezifische Wasserstoffverteilung (MR)



UAC	SAyOH	SPA	AAyOH	APA
Konfiguration	[%]	[%]	[%]	[%]
Festbettreaktor	31	38	62	12
Kaskade 5/25/70% H ₂	62	44	56	28
Kaskade 33/33/33% H ₂	52	42	58	21
Kaskade 70/25/5% H ₂	41	41	59	17

Zusammenfassung

Die vorliegende Steigerung der Allylalkoholausbeute ist durch die getrennte Edukt-zuführer der in MBR beobachtbaren Konzentrations- und Verweilzeiteffekte charakterisiert. Der Konzentrationseffekt am Bps. der Hydrierung von Acroleins ist durch die hohe Anfangskonzentration des am Reaktoreintritt zugeführten Acroleins bedingt, der bei gegebener Reaktionskinetik eine signifikante Steigerung der Allylalkoholselektivität zur Folge hat. Ein weiterer Aspekt, der insbesondere zu einer Intensivierung des Umsatzes im MBR beiträgt, ist der Verweilzeiteffekt. Die kontinuierliche Reaktandenfuhr mittels Membran, führt zu einer deutlich höheren mittleren Verweilzeit im Membranreaktor. Dies bedeutet eine Verdopplung des Umsatzes gegenüber dem konventionellen FBR. Beide zuvor beschriebenen Effekte sind in einer mehrstufigen Membranreaktorkaskade mit spezifischem Dosierprofil noch deutlicher ausgespielt. Entsprechend konnte eine zusätzliche und beachtliche Steigerung der Allylalkoholausbeute realisiert werden. Eine experimentelle Überprüfung des Konzepts erscheint aus Sicht der bisherigen Ergebnisse sinnvoll.

Referenzen

[1] P. Claus, Selective hydrogenation of α,β -unsaturated aldehyds and other C=O and C=C bonds containing compound, Topics in Catalysis, 5, 1998, 51-62

Reaktormodell - Simulationsbedingungen

1-D pseudohomogen; stationär, isotherm, plug-flow,

$T = 250^\circ\text{C}$, $\text{H}_2/\text{AC}=20:1$, $p=0,5\text{ MPa}$, $p_{H_2}=0,4766\text{ MPa}$, $\tau_{\text{ges}}=3,71\text{ kg}_{\text{Cat}}\text{s/mol}$

$\tau = 3,71\text{ kg}_{\text{Cat}}\text{s/mol}$

$T = 250^\circ\text{C}$, $\text{H}_2/\text{AC}=20:1$, $p=0,5\text{ MPa}$, $p_{H_2}=0,4766\text{ MPa}$, $\tau_{\text{ges}}=3,71\text{ kg}_{\text{Cat}}\text{s/mol}$