

Übung 3: Rektifikation

Teil 1 – Das DSTWU Modell

100 kmol/h eines 50%-igen Gemisches aus 2-Butanol ($C_4H_{10}O$) und Methylethylketon (MEK, C_4H_8O) (Properties: NRTL) soll in einer Rektifikationskolonne bei Normaldruck getrennt werden. Dabei soll das dampfförmige Kopfprodukt mit einer Reinheit von 95 % an MEK die Kolonne verlassen.

1. Überschlagen Sie mit Hilfe des x,y-Diagramms die minimale Stufenzahl, die zur Lösung der Trennaufgabe benötigt wird.
2. Stellen Sie die Rektifikation mit dem DSTWU Modell dar. Der Feed soll der Kolonne flüssig siedend zugeführt werden, der Rücklauf wird komplett kondensiert.
 - Wie hoch ist das minimale Rücklaufverhältnis? Welche Stufenzahl und welcher Feedboden gehören zu v_{min} ?
 - Was passiert, wenn das Rücklaufverhältnis erhöht wird?
 - Was passiert, wenn die Produktreinheit von MEK am Kopf auf 99 % erhöht wird?

Teil 2 – Das RadFrac Modell und Design Specs

1. Bilden Sie mit Hilfe der Daten des DSTWU-Modells die Trennaufgabe mit dem rigorosen RadFrac Modell ab.
 - Welche Daten des DSTWU Modells werden benötigt?
 - Welche Ergebnisse erhalten Sie?
2. Erstellen Sie ein kolonneninternes Design Spec, um eine Produktreinheit von 99 % an MEK zu erreichen
3. Erstellen Sie ein zweites Design Spec, um eine Reinheit an 2-Butanol von 90 % im Sumpf zu erhalten
 - Welche Parameter können dabei variiert werden und in welchen Grenzen?
 - Welche Werte nehmen die Parameter an?
 - Welche Änderungen an der Kolonne können Sie vornehmen, um die Werte zu verkleinern?

Teil 3 - Sensitivitätsanalyse

1. Der Gesamtenergiebedarf der Kolonne soll minimiert werden. Führen Sie eine Sensitivitätsanalyse durch, um den Einfluss einer Änderung von Gesamtstufenzahl und Höhe des Feedbodens auf den Energiebedarf der Kolonne zu ermitteln.
 - In welchen Grenzen sollen die Gesamtstufenzahl und die Lage des Feedbodens sinnvollerweise variiert werden?
 - Stellen Sie die Ergebnisse Ihrer Analyse graphisch dar (z.B. Energiebedarf über der Stufenzahl). Nutzen Sie zur Bewertung Ihrer Ergebnisse auch die Zusammensetzungs- und Temperaturprofile aus dem Block.
 - Für welche Kombination aus Gesamtstufenzahl und Lage des Feedbodens wird der Energiebedarf minimal?

Teil 4 – Optimierung der Produktausbeute

1. Löschen Sie die Sensitivitätsanalyse und die beiden kolonneninternen Design Specs
1. Erstellen Sie eine Optimierung, mit der die Ausbeute an MEK in der Kolonne maximiert wird. Variieren Sie hierfür das Destillat-zu-Feed-Verhältnis und das Rücklaufverhältnis in den selben Grenzen, wie in den kolonneninternen Design Specs. Erstellen Sie zusätzlich eine Nebenbedingung, mit der sichergestellt wird, dass die Reinheit von MEK am Kopf mindestens 99 % beträgt und binden Sie die Nebenbedingung in die Optimierung ein.
 - Wie groß ist das Rücklaufverhältnis?
 - Worin unterscheidet sich dieses Ergebnis zu dem in Teil 2?
 - Welche Änderungen an der Kolonne können Sie aus den Ergebnissen ablesen?