

3448 - 30/501 - 85

000463

Abhandlung II

Betrifft: Selbsttätige Regelung von Destillierkolonnen.

In der Abhandlung: Blasendestillation für die Toluol-Großanlage vom 10.8.43 ist an dem Beispiel der kontinuierlichen Trennung eines Zweistoffgemisches gezeigt, wie einfach sich eine solche Apparatur auch automatisch regeln läßt. Etwas schwieriger werden die Verhältnisse, wenn es sich um die Trennung eines Vielstoffgemisches handelt, das in seiner Zusammensetzung dauernd so schwankt, daß eine genaue analytische Kontrolle Schwierigkeiten bereitet.

In die hier zu lösenden Aufgaben führt am besten eine graphische Darstellung der im Innern einer solchen Kolonne herrschenden Gleichgewichte ein: Die bei der Untersuchung einer 50-Boden-Kolonne für stabilisiertes Benzin (Refiner 1935, S. 228) gefundenen Zahlenwerte sind hierfür in Abb. 3 entsprechend ausgewertet. Das Bild zeigt für jeden der übereinander liegenden Böden die Flüssigkeitszusammensetzung und läßt erkennen, daß sich diese in durchaus gesetzmäßiger Weise ändert. So zeigt sich, daß in den über dem Einlauf liegenden Böden der Gehalt an den schwersiedenden Produkten (Pentan - Heptan) schnell abnimmt und sich asymptotisch einem 0-Wert nähert, während er in den unterhalb des Einlaufes liegenden Böden zunächst unverändert bleibt und erst unmittelbar über dem Kolonnenboden auf die Werte ansteigt, die sich aus dem Gehalt des Rohproduktes an diesen Bestandteilen ergibt.

Genau das gleiche Bild - nur umgekehrt - ergibt sich auf der anderen Seite für die leichtsiedenden Kopfprodukte. So ist der Gehalt an Propan schon auf dem Boden 40 praktisch auf 0 gesunken, während er volle 20 Böden nach aufwärts praktisch unverändert bleibt. Dieser Verlauf der Trennkurven ergibt sich auch aus einfachen Gesetzmäßigkeiten und man kann rechnerisch und graphisch leicht bestimmen, wo für die einzelnen Bestandteile der "Grenzgehalt" (d.i. die unverändert bleibende Zone) liegt, welche Zahl von Böden für den Übergang zum Kopf- und Bodenprodukt erforderlich ist und wie der Gehalt an Leicht- und Schwersiedendem oberhalb und unterhalb des Einlaufes abklingt.

Die Abb. 3 zeigt ferner, daß im Innern der Kolonne eine starke Anreicherung der beiden "Schlüsselkomponenten" (das sind die Verbindungen, zwischen denen der destillative Schnitt erfolgt) eintritt. Beide nehmen sowohl im oberen wie im unteren Teil der Kolonne einen viel größeren Raum ein, als ihrem Gehalt im Zulauf sowie im Kopf- und Bodenprodukt entspricht.

Eigenartig berührt zunächst die Form der Trennkurve zwischen diesen Komponenten, die von der üblichen S-förmigen Form erheblich abweicht. Beim Nachrechnen der Betriebsverhältnisse ergab sich, daß die amerikanische Kolonne mit einem für die völlige (sehr schwierige) Trennung des n-Butans vom i-Butan zu kleinen Rücklaufverhältnis gefahren wurde. Zu welchen Trennkurven man hier kommen kann, ist in Abb. 4 an drei Beispielen erläutert, bei denen Rücklaufverhältnis und Reinheit der Endprodukte variiert sind.

Wendet man nun die durch den praktischen Betrieb bestätigte Theorie auf die destillative Trennung eines normalen A-Kohlenbenzins an, legt die Trennlinie zwischen Hexan und Heptan als Schlüsselkomponenten und wählt ein zweckmäßiges Rücklaufverhältnis (1 : 18), so erhält man das in Abb. 5 dargestellte Ergebnis.

Dasselbe zeigt, daß die scharfe Trennung der beiden Schlüsselkomponenten die Höhe der Kolonne bestimmt, während die Einstellung der leichter- und schwerersiedenden Bestandteile auf den "Grenzgehalt" bzw. den 0-Wert nur wenig Böden in Anspruch nimmt. Der Verlauf dieser Kurven wird durch Schwankungen im Kolonnenbetrieb und Änderungen in der Zusammensetzung des Rohproduktes nur wenig beeinflusst; auch sind dieselben in ihrer Lage durch Kopf-, Boden- und Einlaufplatte festgelegt. Im Gegensatz hierzu kann jede Zustandsänderung der Kolonne die Lage der Trennkurve zwischen den Schlüsselkomponenten in der Höhenrichtung stark beeinflussen. Die Abb. 5 zeigt aber auch, daß diese Verschiebung durch eine Temperaturdifferenzmessung (wie in der ersten Abbildung eingehender beschrieben) genau kontrolliert und zur Betätigung eines automatischen Reglers benutzt werden kann. Bedingung ist hierbei nur, daß das obere Thermometer so tief sitzt, daß es von den Spitzen der leichtsiedenden Komponenten nicht mehr erreicht wird, während das untere andererseits möglichst weit aus dem Bereich der höhersiedenden Produkte herausgelegt werden muß.

Bei Feintrennungen wird sich meistens eine solche "Meßzone" von selbst ergeben. Bis zu bestimmten Grenzen läßt sie sich gegebenenfalls durch eine Vermehrung der Bodenzahl schaffen. Nur bei Vielstoffgemischen mit zahlreichen im engen Bereich siedenden Stoffen schneiden die "Sekundärkurven" so weit übereinander, daß die Erhöhung der Bodenzahl zu unwirtschaftlichen Abmessungen führt. Für diesen Fall ist in den folgenden Abhandlungen ein allgemein anwendbares Verfahren entwickelt, das auch mit leicht zu beschaffenden Apparaten durchgeführt werden kann.

Bei der Trennung des als Beispiel durchgerechneten A-Kohlenbenzins liegen die Verhältnisse aber so, daß der Regler erst auf Temperaturänderungen von 1 - 2° anzusprechen braucht und man wieder wie bei der Heptan-Toluol-Trennung - mit marktgängigen Ausführungen auskommen kann.

Mit allen Differenzmessungen ist natürlich nur die Feineinstellung einer Destillieranlage möglich. Diese Arbeitsweise setzt immer voraus, daß die Destillation vorher durchgerechnet ist zur Ermittlung des für die vorhandene Bodenzahl notwendigen Rücklaufverhältnisses und damit des Dampfverbrauches je Gemischeinheit. Die fest einzustellende Dampfmenge wird vom Kolonnendurchmesser bestimmt und läßt sich - wie bekannt - oft am besten mit dem Kolonnenwiderstand einstellen. Ein einfacher Volumenmesser sorgt dann für die rechnerisch ermittelte Gemischzuführung. Zur Roheinstellung der Kolonne kann man die Menge des normal anfallenden Destillates berechnen und den Ablauf desselben mit einem Volumenmesser entsprechend einstellen oder man rechnet die am Kopf der Kolonne zu erwartende Temperatur aus und regelt den Destillatablauf zunächst von Hand entsprechend ein. Erst wenn die Kolonne auf diese Weise angefahren ist, schaltet man den Differenzmesser bzw. Regler ein für die Feineinstellung und zur Aufrechterhaltung derselben.

Ein normalempfindliches Kopftthermometer oder Daueranalysen müssen auch weiterhin kontrollieren, daß der Feinschnitt zwischen den richtigen Schlüsselkomponenten erfolgt.

gez. Kelting

*Benzindestillation (Cottbus am 11. Jan 1885. 1225)*



