



Betriebszustände:

Bei Normalbetrieb einer Bodenkolonne sind im Kolonnenkopf, in Mannlochbereichen mit großem Bodenabstand und im Bereich zwischen unterstem Boden und Flüssigkeitsstand im Sumpf ähnliche Dampftraumdichten zu erwarten. Diese Dampftraumdichten sind für die Beurteilung der Betriebszustände der Böden essentiell.

Normal arbeitende Böden weisen über der Sprudelschicht eine ähnliche Dampftraumdichte auf wie im Kopf der Kolonne oder unter dem untersten Boden. Diese Dampftraumdichten erhöhen sich, wenn Flüssigkeit mitgerissen wird (Liquid Entrainment). Man unterscheidet dann zwischen leichtem, moderatem und starkem Flüssigkeitsmitriss.

Die niedrigste Dampftraumdichte in der Kolonne wird im Diagramm durch die Dampftraum Linie DL (rote Vertikallinie) dargestellt.

Die Flüssigkeitslinie FL (grüne Vertikallinie) errechnet sich auf Basis experimenteller Grundlagen aus dem Verhältnis der Impulsraten knapp über dem Bodenblech und im Dampftraum.

Sie stellt ein Maß für die Sprudelschichthöhe auf dem Boden dar. Im Bereich, wo die Flüssigkeitslinie den Bodenpeak schneidet, kann man aus der Peakbreite die Sprudelschichthöhe für den Boden ausmessen. Wenn die Impulsraten zwischen den Böden kleiner sind als im Bereich der Flüssigkeitslinie, dann beginnt der Boden nach unserer Definition mit dem Fluten.

Man unterscheidet zwischen Jet Flooding und Downcomer Flooding.

Jet Flooding

Bei hoher Dampfbelastung oder bei einer Verengung des Dampfdrucktritts der aktiven Bodenfläche aufgrund von Ablagerungen wird durch erhöhte Dampfgeschwindigkeit ein starker Impuls in die Sprudelschicht eingetragen. Dadurch wird Flüssigkeit mitgerissen. Die Kapazität der Destillationsböden wird vom Kolonnendurchmesser, Ablaufschacht und Bodenabstand begrenzt.

Wird nun Flüssigkeit bis zum nächsten Boden darüber mitgerissen, nimmt die Trennleistung aufgrund von Rückvermischung ab und der Druckverlust nimmt zu, da der Flüssigkeitsanteil auf den Böden zunimmt und in Schwebelage gehalten wird. Diesen Zustand nennt man Froth Entrainment Flooding.

Bei kleinen Flüssigkeitsmengen arbeiten die Böden in einem Spray Regime wobei die meiste Flüssigkeit in Tropfenform vorliegt. Bei Erhöhung der Dampfmenge wird ein Teil der Tropfen auf den darüberliegenden Boden getragen und akkumuliert, sie sollte jedoch zum nächst unteren Boden fließen. Diesen Zustand nennt man Spray Entrainment Flooding.

Downcomer Flooding

Der Flüssigkeitslevel im Ablaufschacht ist eine Funktion des dampfseitigen Druckverlusts über den Boden, des Auslaufwiderstands, der Wehrhöhe, der Überlaufhöhe der Flüssigkeit über dem Wehr und des Grads der Entgasung.

Der dampfseitige Druckverlust erzeugt den größten Anteil des Flüssigkeitsstandes.

Erhöht sich nun der Druckverlust über die aktive Fläche aufgrund einer Querschnittsverengung durch Ablagerungen oder durch größere Dampfgeschwindigkeit, so kann sich bei ungenügender Schachtkapazität ein Rückstau der begasten Flüssigkeit auf die aktive Fläche bilden. Die Folge ist das Schachtfluten, welches sich dann sukzessive auf die Böden darüber fortsetzen kann.

Schachtfluten ergibt sich auch, wenn durch Ablagerungen im Schacht der Auslauf der Flüssigkeit beeinträchtigt wird. Dadurch nimmt der Flüssigkeitsinhalt der Kolonne zu.

In vielen Fällen ergibt sich eine Kombination von Jet-Flooding und Downcomer-Flooding.

Choke Flooding

Dieses Phänomen entsteht, wenn für die vorgesehene Flüssigkeitsmenge die obere Geometrie des Ablaufschachtes zu gering ist. Die Entgasung im Schacht und die einströmende Sprudelschicht behindern sich gegenseitig, was die Schluckfähigkeit des Schachtes beeinträchtigt.

Der Rückstau führt zum Fluten.