

**Themen:** Wirbelschichtapparate (Vortragsthema), Feststofftransport in Rohrleitungen, Blasensäulen  
**Datum:** 12.02.2021  
**Uhrzeit:** 10:15  
**Note:** 1,0

## Wirbelschichtapparate

Ich habe den Druckverlustverlauf über einer Wirbelschicht erklärt und nebenbei auch noch in einem Wirbelschichtapparat aufgemalt, was in der Wirbelschicht passiert bei Erhöhung der Gasleerrohrgeschwindigkeit. Dann auch noch die Hysterese aufgemalt.

**Ist das Diagramm, was Sie gemalt haben ein arithmetisches oder ein logarithmisches? Woran erkenne ich, dass es ein arithmetisches Diagramm ist?**

Arithmetisch, weil Verlauf für leeres Rohr eine quadratische Kurve ist und dann, dass die linearen Verläufe beide aus dem Ursprung kommen. Im logarithmischen Diagramm hätten lineare und quadratische Kurven eine unterschiedliche Steigung und zwei lineare wären parallel verschoben. (Ich wusste nicht so ganz, worauf er hier hinauswollte, deswegen haben wir eine Weile darüber geredet.)

**Welchen Zusammenhang gibt es zwischen der Höhe H der Wirbelschicht und der Gasleerrohrgeschwindigkeit?**

$$\frac{w_{SS}}{w_P} = \varepsilon^m$$

m aus Archimedeszahl und  $w_{SS}$  entspricht der Gasleerrohrgeschwindigkeit, weil die Partikel in Schwebelage gehalten werden.

$$\varepsilon = \frac{V_{ges} - V_S}{V_{ges}}$$

mit

$$V_{ges} = A H$$

daraus folgt:

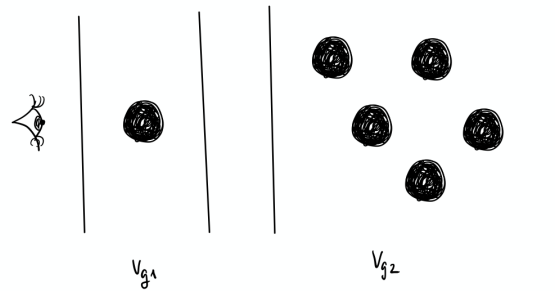
$$H = \frac{V_S A}{\left(1 - \left(\frac{v_g}{w_P}\right)^{\frac{1}{m}}\right)}$$

(Hier habe ich eine Weile umgeformt.)

**Was passiert jetzt, wenn die Gasleerrohrgeschwindigkeit gegen null geht, das funktioniert dann ja nicht. Also die Höhe entspricht ja dann nicht die der Schüttung.**

Hier habe ich dann erstmal überlegt was passiert, wenn die Gasleerrohrgeschwindigkeit gg. null geht. Epsilon gegen null. Das geht ja nicht. Hat eine Weile gedauert, ehe ich dann darauf gekommen bin, dass dann ja auch nicht mehr der oben hergeleitete Zusammenhang gilt. Hr. Kraume hat mir auch hier etwas geholfen. Ich habe gesagt, dass das ja nur im aufgewirbelten Zustand gilt und dass man unter der Lockerungsgeschwindigkeit halt dann mit der Ergun-Gleichung die Höhe ausrechnen muss. Die Lockerungsgeschwindigkeit kriegt man dann durch Gleichsetzen der Gleichungen.

**Hr. Kraume malt folgendes Bild auf: Die Partikel werden von den Gasleerrohrgeschwindigkeiten in Schwebelage gehalten.**



**Wie sieht es für den Beobachter aus, wenn ich die Gasgeschwindigkeiten um 10 % erhöhe? Was passiert mit den Partikeln? Wohin bewegen sie sich?**

Das einzelne Partikel würde sich nach oben bewegen, weil die Partikelsinkgeschwindigkeit überschritten wird.

**Wie groß ist die Geschwindigkeit beim einzelnen Partikel?**

$$v_{g1,neu} = 0,1 w_p$$

Bei dem Schwarm wird sich wie in der Wirbelschicht nicht viel ändern. Die Partikel sind immer noch in Schwebelage (Porosität wird erhöht) bewegen sich tendenziell nach oben.

## **Feststofftransport in Rohrleitungen**

**Wir stellen uns ein horizontales Rohr vor. Welche Kraft sorgt dafür, dass die Partikel transportiert werden sollen?**

Hier wusste ich jetzt erst mal nicht, worauf er hinauswollte und wir haben eine Weile rumgeredet. Er wollte letztendlich auf die Widerstandskraft hinaus und wie die berechnet wird.

$$F_W = \zeta \frac{\rho}{2} w^2 A$$

**Was für eine Geschwindigkeit ist das?**

Die Relativgeschwindigkeit des Partikels.

**Wie groß ist diese?**

Gas- minus Partikelgeschwindigkeit.

**Kann die Partikelgeschwindigkeit auch mal größer als die Gasgeschwindigkeit sein?**

Wenn wir horizontal fördern, dann nicht.

**Und vertikal nach oben?**

Nein.

**Und vertikal nach unten?**

Ja, hier kann sie größer sein, aber auch vielen Wandstößen kann sie auch kleiner als die Gasgeschwindigkeit.

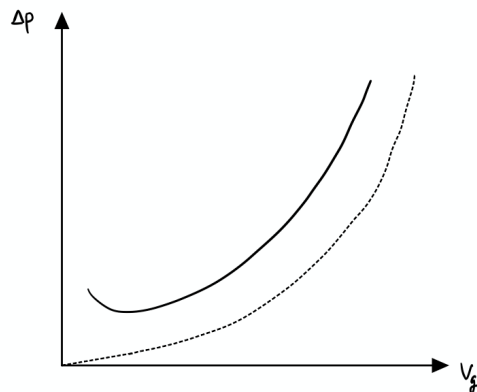
**Was wirkt dieser Kraft denn entgegen?**

Beschleunigung.

**Wann haben wir die, wir fördern ja hier einfach horizontal?**

Gut, dann haben wir die nur am Anfang und nach evtl. Krümmern. Dann haben wir noch Hub und Reibung und Wandstöße. Dann habe ich auch noch irgendwie gesagt, dass Reibung vom Gas dafür verantwortlich ist, dann fand er dann etwas komisch und dann habe ich gesagt, dass die Reibung der Partikel natürlich größer ist.

**Malen Sie mal ein Diagramm auf und zeichnen Sie den Druckverlust über der Gasleerrohrgeschwindigkeit.**



**Wie verläuft den der Druckverlust für das leere Rohr?**

Ich habe die gestrichelte Linie gezeichnet.

**Und ist der überall quadratisch?**

Ich habe es zuerst falsch gemacht, mich dann aber korrigiert: Bei niedrigen Gasleerrohrgeschwindigkeiten ist er linear.

**Warum geht das bei niedrigen Gasleerrohrgeschwindigkeiten wieder nach oben?**

Weil wir da eine Dichtstromförderung haben. Ich habe noch angesetzt weiter zu begründen, aber das hat gereicht.

## **Blasensäulen**

**Wenn ich den Umsatz bestimmen will, wie gehe ich dann vor?**

Stoffbilanz.

**Welcher Phase?**

Flüssigphase.

**Müssen Sie noch eine Bilanz für die Gasphase aufstellen?**

Da war ich mir nicht sicher.

**Na, dann kommen wir darauf zurück. Stellen Sie doch mal die Bilanz auf.**

Ich habe den Bilanzraum aufgemalt und dann auch die einzelnen Terme (Konvektion, Rückvermischung, Reaktion, Stoffübergang) erläutert. Genauer sind wird dann auf die Definitionen der einzelnen Flüsse/Terme eingegangen.

Insbesondere welche Flächen und Volumen. Hier hat er mich auch unterbrochen, als ich mich ein bisschen vertan habe.

**Gut. Und müssen wir nun eine Bilanz für die Gasphase aufstellen? Sind die Bilanzen gekoppelt?**

Ja, müssen wir, weil die Bilanzen über den Stofftransport verbunden sind.

**Warum ist die Bilanz von der Gasphase noch wichtig?**

Für die Konzentration an der Phasengrenzfläche.

Allgemein war die Stimmung gut und entspannt. Ich habe viel geredet und auch immer nachgefragt, auch wenn ich mir mal nicht sicher war, was er meinte oder worauf er hinauswollte.