VT II Gedächtnisprotokoll 30.10.2020

Note: 1.0

Vortrag: Pumpen
- Theoretische Herleitung der Drosselkurve

Themen:
- Trocknung
- Pneumatische Förderung

Pumpen

Vortrag zur theoretischen Herleitung der Drosselkurve wie in Skript S. 127 und 128. Ich bin mit

$$Y_x = Y_{Sch,x} - Z_{st} - Z_R$$

angefangen und habe den Teil für die Herleitung der nicht schaufelkongruenten Strömung übersprungen. Ich habe nach und nach die Kurven in das Y-V-Diagramm eingetragen und bin eher auf die Reibungs- und Stoßverluste nach Pfeiderer eingegangen. Zu den Stoßverlusten hatte ich einen Geschwindigkeitsplan nach Pfeiderer gezeichnet.

Frage: Sie hatten bei den Stoßverlusten gesagt, dass diese sich proportional zu $\dot{V}^2$ verhalten. Warum ist das so?

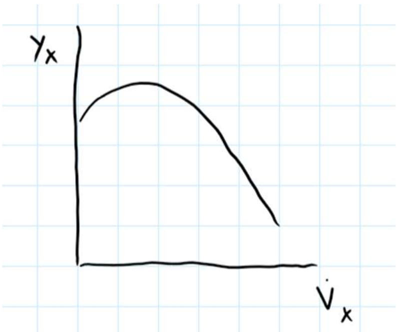
Antwort: Wir gehen von turbulenten Verhältnissen aus wodurch ζ = konst.

$$\Delta p = \zeta \frac{\rho}{2} w^2 \frac{L}{d}$$

Frage: Warum können wir in Pumpen von turbulenten Verhältnissen ausgehen und wovon hängt der Widerstandsbeiwert ab, wenn wir laminare Verhältnisse hatten?

Antwort: Bei Laminaren Verhältnissen hinge der Widerstandsbeiwert von der Reynoldszahl ab. Die turbulenten Verhältnisse können wir in Kreiselpumpen deshalb annehmen, weil bei Kreiselpumpen in der Regel niedrig viskose Medien gefördert werden. Bin ich aber auch nicht direkt drauf gekommen.

Frage: Zeichnen Sie eine Drosselkurve: Wo befindet sich denn hier die Pumpgrenze und wodurch zeichnet sich diese aus?



Antwort: Die Antwort hierauf ist nicht ganz eindeutig. Entweder stellt die Pumpgrenze die Grenze zwischen Stabilem und instabilem Ast dar oder zwischen Stabilem und instabilem Bereich. (Beide Definitionen scheinen etwas Wahres an sich zu haben, aber Professor Kraume bevorzugt die Definition mit der Grenze zwischen stabilem und instabilem Ast.)

Frage: Was ist denn der Stabile und was ist der Instabile Ast. Was ist das Problem im instabilen Bereich?

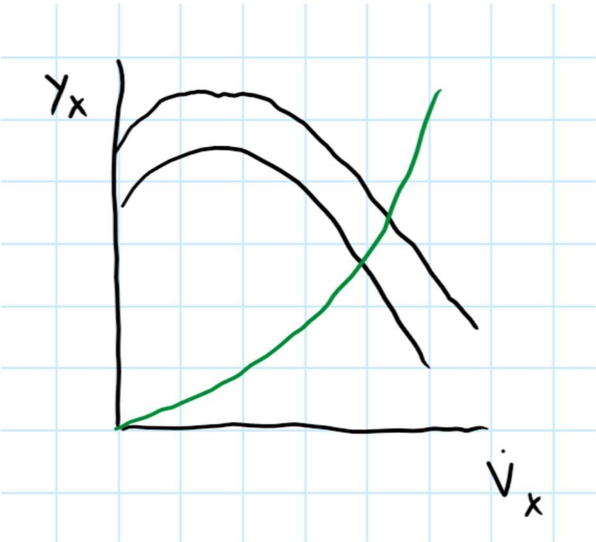
Antwort: Beim stabilen Ast hat die Drosselkurve eine rein negative, beim Instabilen Ast eine rein positive Steigung. Das Problem im instabilen Bereich ist, dass unsere Pumpe für die benötigte Förderhöhe zwei Volumenströme fördern kann. Probleme damit sind Schwankungen in unserem Prozess und dass durch die Oszillation die Pumpe verschleißanfälliger ist.

Frage: Was sind denn eigentlich Stoßparabeln?

Antwort: Auf diesen verschieben sich unsere Drosselkurven bei geänderten Drehzahlen nach dem Kongruenzsatz.

Frage: Was sagt denn dieser Kongruenzsatz aus und zeichnen Sie bitte einmal eine weiter Drosselkurve mit erhöhter Drehzahl in das Diagramm. Zeichnen Sie noch eine Stoßparabel ein:

Antwort: Der Kongruenzsatz besagt, dass Drosselkurven kongruent verschieben, wenn diese eine Parabel sind. Zu der Stoßparabel habe ich dann noch gesagt, dass sich auf dieser der Wirkungsgrad der Pumpe nicht ändert.



Frage: Wie sind die Spezifische Arbeit, Förderhöhe und Leistung definiert?

Antwort: Hier habe ich einen Fehler gemacht und gesagt, dass Y = H/g ist. Darauf hin sollte ich nochmal überlegen und die Einheiten betrachten. Die Antworten die ich genannt habe sind:

$$Y = \int v dp\,; P = \Delta p \cdot \dot{V};\; Y = \frac{P}{\dot{M}};\; H = \frac{Y}{g}$$

Wobei es sich bei Y um die Arbeit handelt, welche die Pumpe in das Fluid einbringt und bei P um die Arbeit die die Pumpe bei Inkompressibilität verrichtet.

Frage: Was sind die Proportionalität des Volumenstroms, der Leistung und der Spezifischen Arbeit?

Antwort:

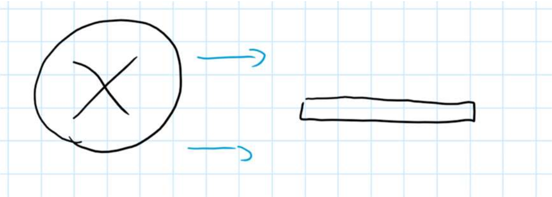
$$\dot{V} \sim n D^3; P \sim n^3 D^5 \rho; Y \sim n^2 D^2$$

Frage: und was ist das D?

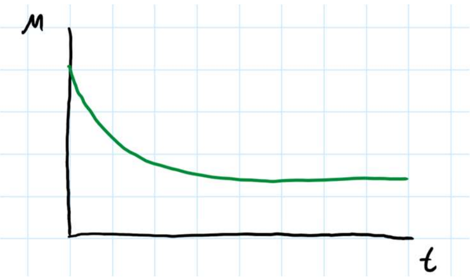
Antwort: Der Laufraddurchmesser.

Trocknung

Frage: Sie haben ein oberflächenfeuchtes Blatt Papier, welches von Luft überström wird. Dieses hat dieselbe Temperatur wie die Luft. (Auf Nachfrage) Die Luft ändert ihre Eigenschaften dabei nicht. Zeichnen Sie bitte den Verlauf der Masse über die Zeit.



Antwort: Zuerst nimmt die Masse stärker ab und nähert sich dann dem konstanten Endwert der Papiermasse. Ich habe folgenden Verlauf gezeichnet.



Ich denke im Nachhinein der Verlauf sollte zunächst konstant sein, wie auch im ersten Trocknungsabschnitt und dann einem konstanten Endwert entgegenlaufen.

Frage: Wie ergibt sich denn der Verlauf der Masse?

Antwort: Bilanz:

$$\frac{dM}{dt} = -\dot{M}_f = -\beta A \Delta\rho = -\beta A(\rho_{SO} - \rho_D)$$

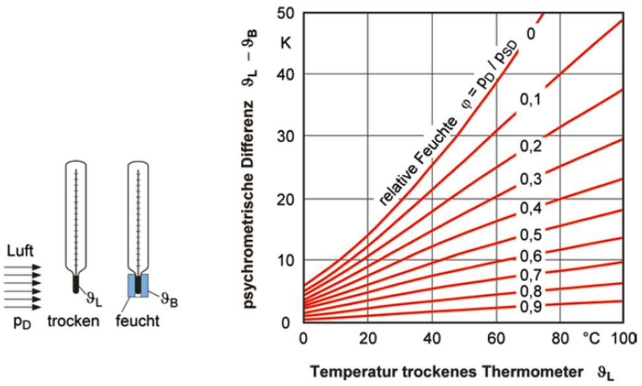
Frage: Wie können wir denn die Dichte als Partialdruck darstellen?

Antwort:

$$\rho = \frac{P\breve{M}}{RT}$$

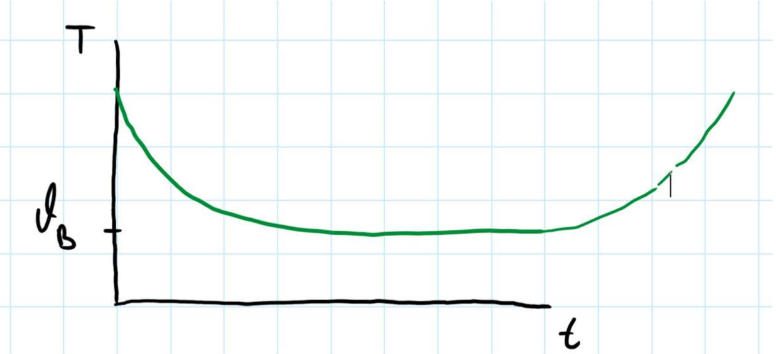
Frage: Wie könnten wir unseren Partialdruck von Wasser in der Luft bestimmen?

Antwort: Über die Messung der relativen Luftfeuchte. Ich wollte hier eigentlich auf das folgende Diagramm hinaus, die Antwort hat aber schon gereicht.



Frage: Zeichnen Sie doch mal den Temperaturverlauf über die Zeit.

Antwort:



Die Temperatur würde sich der Beharrungstemperatur nähern, wenn nun alles Wasser verdampft ist, nimmt diese wieder die Temperatur der Luft an.

Frage: Wie kommt diese Temperaturänderung zustande?

Antwort: Wir haben beim Papier eine Verdunstung, die stattfindet. Durch die Verdunstung wird dem Papier Wärme in vorm von Verdunstungswärme entzogen. Durch die entzogene Wärme nimmt dessen Temperatur ab. Dadurch stellt sich diesem ein konvektiver Wärmestrom von der Luft an das Papier ein. Diese Ströme nähern sich einander an und es kommt zu einer sich stationär einstellenden Temperatur.

Frage: Wie kommen wir auf die Temperatur bei stationären Verhältnissen?

Antwort: Herleitung der Beharrungstemperatur mit dem Ansatz:

$$\dot{Q}_v = \dot{M} \Delta h_v = \dot{Q}_{W\ddot{U}} = \alpha A \Delta T = \alpha A (T_L - T_B)$$

Der Massenstrom ergibt sich aus dem gleichen Ansatz wie bei dem Verlauf der Masse. Auflösen musste ich das ganze dann auch nicht weiter.

Pneumatische Förderung

Frage: Wenn wir jetzt ein einzelnes Teilchen betrachten. Warum können wir dieses horizontal fördern. Ich meine, welche Kraft sorgt dafür, nicht wie verhält es sich auf dem Weg?

Antwort: Die Kraft ist die Widerstandskraft. Diese Formel habe ich zunächst falsch aufgestellt, weshalb dazu auch relativ viele Nachfragen kamen.

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

Frage: Um was für eine Fläche handelt es sich hier bei einem einzelnen Partikel?

Antwort: Die Schattenfläche

Frage: Welche Geschwindigkeit betrachten wir hier?

Antwort: Hier habe ich etwas gebraucht und habe etwas länger mit Prof. Kraume diskutiert. Schlussendlich hat er mit vorgesagt, dass es sich um die Relativgeschwindigkeit zwischen Partikel und Strömung handelt. Durch diese Diskussion kamen auch noch einige weitere Fragen zustande.

Frage: Die Relativgeschwindigkeit ist also der Unterschied zwischen der Geschwindigkeit unseres Partikels und der Umströmungsgeschwindigkeit. Muss es immer so sein, dass sich unsere Strömung schneller als unser Partikel bewegt?

Antwort: Nach einigem Überlegen: Nein, wenn wir den Fall betrachten, dass wir eine vertikale abwärts gerichtete Förderung haben ist dort unser Partikel schneller als unsere Strömung.

Frage: Kann es bei der vertikalen abwärts gerichteten Strömung auch dazu kommen, dass die Geschwindigkeit unseres Gases geringer ist als die Geschwindigkeit mit der sich unser Partikel bewegt?

Antwort: Erneut nach einigem Überlegen (Beim überlegen habe ich immer mit Herrn Kraume gesprochen): Wenn unser Partikel durch starke Wechselwirkungen mit der Wand oder anderen Partikeln abgebremst wird, kann es bei der vertikalen abwärts gerichteten Strömung auch dazu kommen, dass sich unser Partikel dort langsamer als die Strömung bewegt.

Frage: Welche weiteren Verluste treten neben denen durch Stößen bei der pneumatischen Förderung auf?

Antwort: Ich habe die Terme aufgezählt musste diese aber nicht weiter ausformulieren. Beschleunigung, Reibung, Hub, Reibung des Gases und Verlust des Gases durch Einbauten.