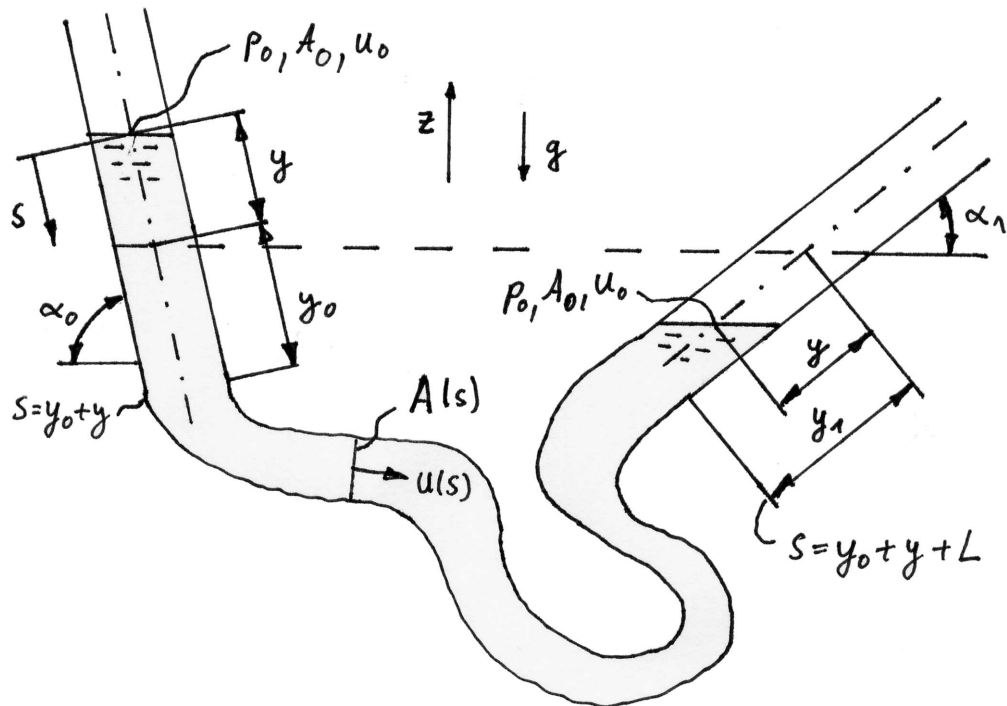


Schlüsselbeispiel 07

Schwingungen in Leitungen



Übungsblatt 07

1. Aufgabe:

Ein vorsichtiger Mensch will sicherstellen, dass das Flachdach seines kreisförmigen Bungalow ($D = 8 \text{ m}$) durch einen Tornado nicht abgedeckt wird. Der Tornado soll in erster Näherung als Potentialwirbel mit Festkörperrotation im Zentrum berechnet werden. Die maximale Windgeschwindigkeit des Wirbels sei $u_{\max} = 60 \text{ m/s}$. Der Durchmesser des festkörperartig-rotierenden Teils der Strömung sei $d = 3 \text{ m}$. Die Strömung sei inkompressibel $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$ und reibungslos. Der Umgebungsdruck weit ausserhalb des Wirbels und im Bungalow sei $p_a = 1.0 \text{ bar}$. Berechnen Sie die maximale Druckkraftbelastung des Flachdachs, wenn das Zentrum des Wirbels sich über den Mittelpunkt des Bungalows befindet. [3]

2. Aufgabe:

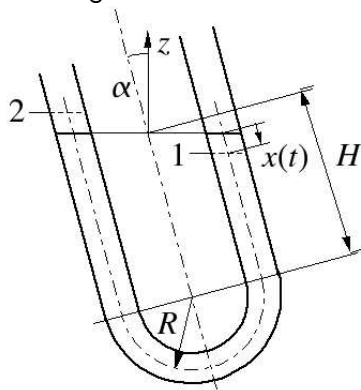
Eine Benzinpipeline der Länge $L = 10 \text{ km}$ und der Querschnittsfläche $A = 1 \text{ m}^2$ führt von einem großen Vorratsbehälter zu einem Ventil. Die Strömung wird angetrieben von einem Höhengefälle $\Delta h = 50 \text{ m}$ zwischen Behälterfüllstand und Ventil. Die Strömung sei inkompressibel $\rho_{\text{Benzin}} = 800 \text{ kg/m}^3$ und reibungsfrei. Der Druck am Flüssigkeitsspiegeln im offenen Vorratsbehälter bzw. der Druck nach dem Ventil entspricht dem Umgebungsdruck $p_a = 1 \text{ bar}$.

1. Das Ventil wird sehr schnell geöffnet $t_{\text{öffnen}} \approx 0 \text{ s}$. Berechnen Sie die Zeit, die die Strömung benötigt, um 95% der Endgeschwindigkeit zu erreichen. [2]
2. Die Strömung sei vollentwickelt und stationär. Das Ventil wird langsam geschlossen, so dass die Geschwindigkeit in der Pipeline linear mit der Zeit abnimmt. Berechnen Sie die Zeit zum Schliessen des Ventils falls die resultierende Druckänderung, verursacht durch die Verzögerung der Strömung, in der Pipeline kurz vor dem Ventil nicht größer als 10 bar sein soll. [2]

3. Aufgabe:

In einem Rohr (Krümmungsradius R) befindet sich ein Flüssigkeitsfaden der Länge $L = R\pi + 2H$ im Gleichgewicht. Das Röhrchen ist um den Winkel α zur Vertikalen geneigt. Wird ein Flüssigkeitsspiegel um die Länge x aus der Gleichgewichtslage ausgelenkt und dann losgelassen, schwingt der Flüssigkeitsfaden ungedämpft ($dx/dt + \omega^2 x = 0$):

Beide Schenkel des Röhrchens sind oben offen. Die Flüssigkeit ist inkompressibel, Reibung und der Einfluss der Oberflächenspannung in beiden Wasserspiegeln sind vernachlässigbar.



Gegeben: R, H, α, g

1. Berechnen Sie mittels der instationären Bernoulli-Gleichung die Eigenkreisfrequenz ω ?. (Begründen Sie, welche Annahmen Sie für die einzelnen Rechenschritte verwenden)
2. Vergleichen sie die Schwingung der Flüssigkeitssäule für den Fall, dass H sehr viel größer als R ist, mit der Schwingung eines Fadenpendel der Länge H .