Prof. Dr.-Ing. Holger Foysi
Lehrstuhl Strömungsmechanik

SS2016

Musterlösung

Name: .... Vorname: .... Punkte: ....

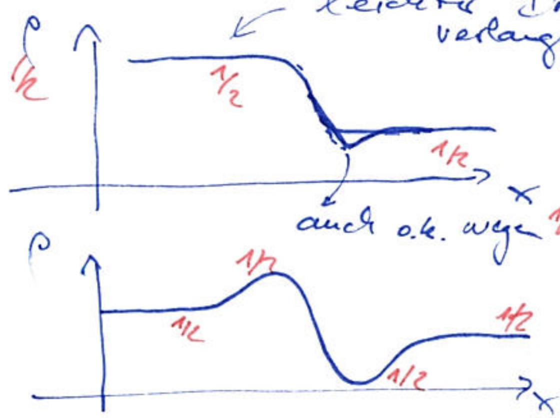
Matr.-Nr.: ....

KLAUSUR EFT - Teil Fluiddynamik - Fragenteil (14 Punkte)

Bitte direkt auf die Angabe schreiben, Blatt evtl. wenden! Viel Glück

1) Ein durchströmtes Rohr (inkompressibel, reibungsfrei) Rohr wird plötzlich von einem Durchmesser D auf einen Durchmesser D/2 verändert. Skizzieren Sie den Druckverlauf entlang der Achse? Wie ändert sich der Druck wenn Sie näher an der Rohrwand messen? (4P)

leichter Druckgradient, nicht verlangt



auch o.k. wegen 1/2 Druckverlusten

gekrümmte Stromlinien!

4

2) Welche Kraft übt die Atmosphäre auf eine 0,6 m breite und 1,4 m lange Tischtennisplatte aus? Warum bricht der Tisch nicht zusammen? (2P)

$F = p \cdot A \overset{1}{=} 0{,}84 \cdot 10^5\,N$

Ein Großteil der Kraft wird von ~~beiden~~ Seiten auf die Platte ausgeübt, die Druckdifferenz ist damit geringer! 1

3) Sie sitzen in einem Ruderboot, das auf einem kleinen See schwimmt. An Bord haben Sie einen Stein mit einer Dichte von 5t/m³ den Sie ins Wasser werfen. Geben Sie qualitativ an, ob der Wasserspiegel des Sees steigt, gleich bleibt oder fällt. Begründen Sie Ihre Antwort. (2P)

Sinkt 1/2: Volumen des Steins ist $V_S \ll V_{Boot}$ 1/2

Boot mit Stein verdrängt ein deutlich größeres Volumen als der Stein + das Bootjeallein! 1/2

ρ_{Stein} ist zudem größer → ρ_{Wasser}, aber nicht extrem viel 1/2

$(m_S + m_B)g = \rho_w \cdot g \cdot V_{verdr.,1}$

nachher

$m_B \cdot g = \rho_w \cdot g\, V_{verdr.,2}$

dazu $V_{Stein} \ll V_{verdr.}$ addieren

Differenz: $\left(\frac{\rho_{Stein}}{\rho_w} - 1\right) V_{Stein}$ vorher zu nachher, > V_{Stein} alleine

www.wdr.de/tv/kopfball/sendungsd 2010/1114/wasserstand.jsp

4) Die substantielle Ableitung einer Größe N ist $\partial N/\partial t + (\mathbf{u}\cdot\nabla)N$. Erklären Sie kurz die beiden Summanden. (2P)

Zeitl. Änderung der Größe + ~~lokal~~ advek. 1/2 Änderung der Größe (Änderung entlang Stromlinie 1/2, da $\underline{u}\cdot\underline{\nabla}$ Projektion auf Geschwdk. $\underline{u}$ darstellt, des Gradienten. 1

5) Wie muss man die Bernoulligleichung erweitern (zeitabhängiger Term), wenn die Stromlinie bspw. durch einen mit konstanter Winkelgeschwindigkeit rotierenden Arm führt? Setzen Sie dazu die korrekte Beschleunigung ein und integrieren Sie kurz. (4P)

Stromlinie läuft durch rotierende Arm Rotationsenergie 1/2 Grenze

$-\int_1^2 \omega^2 r\, dr \rightarrow -\omega^2 \frac{r^2}{2}\Big|_0^R = -\omega^2 R^2/2$ 1 1/2

$\frac{\partial v}{\partial t} = -\omega^2 r$ 1 in $\int \frac{\partial v}{\partial t} \cdot ds$ 1 einsetzen

Zusatzterm

Aufgabe 1

$A \to C$

$$\cancel{\frac{\rho}{2} u_A^2} + p_\infty + \rho g h_1 = \frac{\rho}{2} u_c^2 + p_c + 0 + \lambda \frac{l_1}{d_1} \frac{\rho}{2} u_1^2 \quad 3{,}5$$

$B \to C$

$$\cancel{\frac{\rho}{2} u_B^2} + p_\infty + \rho g h_2 = \frac{\rho}{2} u_c^2 + p_c + 0 + \lambda \frac{l_2}{d_2} \frac{\rho}{2} u_2^2 \quad 3{,}5$$

u_1, u_2 Geschwdk in den Rohrstücken 1 und 2

$C \to D$

$$\frac{\rho}{2} u_c^2 + p_c = \frac{\rho}{2} u_c^2 + p_D + \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho}{2} u^2 \quad 2{,}5$$

$$(u_c \overset{1/2}{=} u_D, \text{ Konti})$$

$$\Rightarrow p_c = p_D + \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho}{2} u_c^2 \quad (1) \quad 0{,}5$$

$$u_1 = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{4 Q_1}{\pi d_1^2} \; 1 \quad (2); \quad u_2 = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{4 Q_2}{\pi d_2^2} \; 1 \quad (3)$$

Große Behälter: $u_A \approx u_B \approx 0$ (siehe oben) (4) in Bernoulli enthalten oben

$$u_c = \frac{Q}{A} = \frac{4 (Q_1 + Q_2)}{\pi d^2} = 1{,}02 \frac{m}{s} \; 1$$

$$Re = \frac{u_c \cdot d}{\nu} \approx 2{,}55 \cdot 10^5 \quad 0{,}5$$

$e/d = 4 \cdot 10^{-3}$ 1 Diagramm: $\lambda \approx 0{,}028$ 1

$(p_D = 1{,}5 \cdot p_\infty)$ (5)

Einsetzen (1)-(5) in obige Bernoulli-Gleichungen

Dann: