

Name: Vorname: Punkte:

Matrikel-Nr.:

KLAUSUR EFT - Teil Fluidodynamik - Fragenteil

Bitte direkt auf die Angabe schreiben. Blatt evtl. wenden!

Skizzieren Sie den Verlauf der Stromlinien um eine senkrecht angeströmte ebene Platte für a) niedrige und b) hohe Geschwindigkeiten. (2P)



a) Erklären Sie kurz den Vorgang der Diffusion zur Durchmischung zweier Fluide (2P).

b) Ist die Diffusion allein (bei Raumtemperatur) für eine schnelle Durchmischung zweier Flüssigkeiten ausreichend? (1P)

c) Wie kann ich die Durchmischung erhöhen? Nennen Sie zwei Möglichkeiten basierend auf dem Fick'schen Diffusionsansatz. (2P)

3) Wie groß ist der Wert des Druckes integriert über eine geschlossene Fläche im Fluid? (1P)

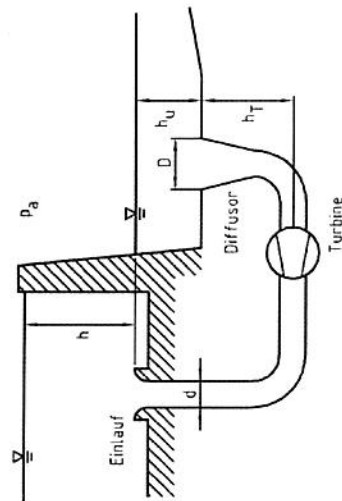
4) Stellen Sie sich ein gerades Rohr konstanten Durchmessers vor, welches nach der Hälfte um 45° nach links gebogen wird und durch welches Wasser am Einlass in x-Richtung fließt. Stellen Sie hierfür allgemein den Impulsatz in x-Richtung auf um die Kraft auf das Rohr zu bestimmen. In welche Richtung wird die Kraft insgesamt in etwa wirken? (4P)

5) Sie schwimmen in einem Fluss gegen die Strömung und bleiben relativ zum Ufer an einer Stelle. Plötzlich erhöht sich die Strömungsgeschwindigkeit stark. Wie verändert sich Ihr Auftrieb? Begründen Sie kurz. (2P)

KLAUSUR EFT - Teil Fluidodynamik - Aufgabenteil

Die Teilaufgaben a) bis e) sind unabhängig voneinander lösbar. Die Klausur hat etwa 20% Überhang. Zum Erreichen der Note 1,0 müssen nicht alle Teilaufgaben gelöst werden.

Blatt wenden!



Obiges Bild zeigt die Staustufe eines Laufwasserkraftwerks. Der Fluss wird an dem Sperrwerk aufgestaut (konstante Spiegelhöhe). Unterhalb des Sperrwerks befindet sich eine Turbine (Wirkungsgrad η). Durch die Turbine fließt ein konstanter Volumenstrom \dot{V} . Das Wasser strömt über einen Einlauf (Verlustbeiwert ζ_E) und einen Krümmer (Verlustbeiwert ζ_K) in die Turbine. Hinter der Turbine strömt das Wasser über einen Krümmer (Verlustbeiwert ζ_K) und einen Diffusor (Verlustbeiwert ζ_D bezogen auf Geschwindigkeit im Eintrittsquerschnitt) in das sogenannte Unterwasser ab. Die Verluste in den geraden Rohrabschnitten werden vernachlässigt.

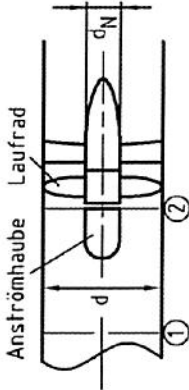
geg.: $\dot{V} = 11 \text{ m}^3/\text{s}$ $\eta = 0,95$ $\zeta_E = 0,05$ $\zeta_K = 0,125$ $\zeta_D = 0,2$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

$p_a = 1 \text{ bar}$ $p_D = 1,4 \text{ bar}$ $d = 1 \text{ m}$ $d/D = 0,5$ $h = 10 \text{ m}$ $h_u = 5 \text{ m}$ $h_T = 8 \text{ m}$

$d_N = 0,5 \text{ m}$ $D_K = 2 \text{ m}$ $D_2 = 6 \text{ m}$ $h_2 = 2,5 \text{ m}$ $h_K = 2 \text{ m}$ $m = 2000 \text{ kg}$

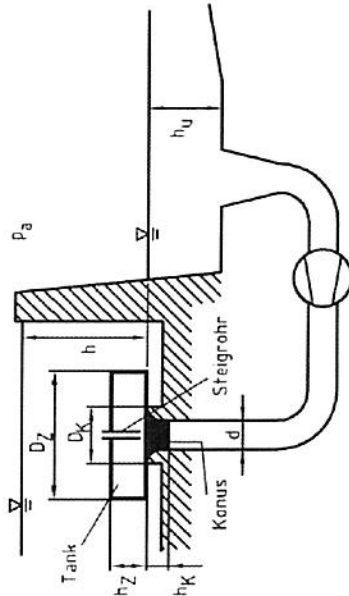
- Welche Leistung gibt die Turbine ab?
- Führt der Fluss Niedrigwasser, sinkt die Spiegelhöhe des Unterwassers. Ab welcher Spiegelhöhe h'_u muss die Turbine ausgeschaltet werden, damit der Druck am Turbinenauslass nicht unter den Wert p_D fällt?
- Wie verändert sich die Turbinenleistung, wenn durch Hochwasser der Unterwasserspiegel ansteigt? Eine qualitative Antwort genügt.

Im folgenden Bild ist die Turbine zu sehen. Vor dem Laufrad wird die Strömung an einer Anströmhaube auf den Nabendurchmesser $d_N = 0,5 \text{ m}$ umgelenkt. Die Umlenkung erfolgt verlustfrei. Über den Querschnitten 1 und 2 sei der statische Druck jeweils konstant und die Geschwindigkeitsverteilung jeweils homogen.



- Zeichnen Sie ein Kontrollvolumen um die Anströmhaube.
- Welche Kraft übt die Strömung auf die Anströmhaube aus?

Für Wartungsarbeiten an der Turbine kann der Einlauf durch ein Verschlusselement (Masse m) gegenüber dem Oberwasser abgedichtet werden. Das Verschlusselement besteht aus einem Konus (Höhe h_K), der den Einlauf vollständig abdichtet, und einem zylinderförmigen Tank. Der Tank hat die Höhe h_Z und ist auf der Oberseite verschlossen. In den Tank ragt ein offenes Steigrohr hinein. Wird der Tank geflutet, kann das Verschlusselement über dem Einlauf abgesenkt werden. Zum Anheben wird Druckluft in den Tank geleitet. Das Wasser wird dadurch über das Steigrohr aus dem Tank gepresst. Die Wanddicke des Tanks und die Abmessungen des Steigrohrs sind vernachlässigbar klein.



- Berechnen Sie die resultierende Kraft, mit der das Verschlusselement bei vollständig gefülltem Tank auf dem Einlauf ruht. Die Rohrleitung ist ebenfalls voll Wasser.
- Welches Wasservolumen muss aus dem Tank gepresst werden, damit das Verschlusselement gerade von dem Einlauf abhebt? Die Rohrleitung ist ebenfalls voll Wasser.
- Wie groß ist dann der Luftdruck in dem Tank?