

1.Klausur Strömungslehre Technik und Beispiele

am Freitag, 23. Februar 2018

15:00 - 17:00

Raum H 0104, HE 101

ISTA
Institut für
Strömungsmechanik und
Technische Akustik

Fachgebiet
Fluidsystemdynamik

Prof.Dr.-Ing. P.U. Thamsen

Max. mögliche Punktzahl	80
Erreichte Punktzahl	

Name, Vorname:

Matrikelnummer:

Studiengang:

- Bachelor
- Master
- Vordiplom
- Diplom

Hiermit erkläre ich mich einverstanden, dass mein Klausurergebnis unter Angabe meiner Matrikelnummer auf der ISIS-Plattform und am schwarzen Brett des Fachgebiets veröffentlicht wird:

Unterschrift

1. Allgemein gelten die Regularien der **AllgPO** für die jeweiligen Bachelor- und Masterstudiengänge.
2. Halten Sie bitte Ihren **Studierendenausweis** bereit.
3. Die Blätter werden vom Fachgebiet gestellt. Es sind **keine eigenen** Blätter erlaubt.
4. Tragen Sie bitte auf **jedes** Blatt Ihren Namen, Vornamen und Ihre Matrikelnummer ein.
5. Es sind nur Fragen zum Verständnis des Aufgabentexts zulässig. Fragen zur Lösung können **nicht** beantwortet werden.
6. Einzige zugelassene Hilfsmittel: nicht programmierbaren Taschenrechner. Die Verwendung von Skripten, Büchern, Formelsammlungen etc. ist **nicht** erlaubt. Farbige Stifte und Bleistifte sind nicht zugelassen und werden nicht bewertet.
7. Die Dauer der Klausur beträgt **120 Minuten**.
8. Zum **Bestehen** ist in der Summe aller Aufgaben eine Punktzahl von mindestens 50% erforderlich.
9. Geben Sie bitte Ihre Blätter **vollständig**, einschließlich der Aufgabenblätter, unmittelbar nach der Klausur ab. Später abgegebene Blätter werden **nicht** berücksichtigt.
10. Die **Klausurergebnisse** werden im Gebäude K zwei Wochen nach der Klausur aufgehängt und online auf Isis veröffentlicht. Dort wird auch der Termin für die Einsicht der Klausur angegeben.

Name:
Matr.Nr:

Theoriefragen

Aufgabe: 1

Punkte: 3

Erläutern Sie bitte die Sekundärströmung erster Art in einem Krümmer und unterstützen Sie ihre Erläuterung mit Hilfe von zwei Skizzen!

Aufgabe: 2

Punkte: 6

Skizzieren Sie bitte die fünf charakteristischen Stromlinienbilder von querangeströmten Zylindern, welche bei verschiedenen Reynoldszahlen entstehen.
Geben Sie bitte die dazugehörigen Reynoldszahlen an!
Wie ist das Verhältnis von h/l bei der Kármán-Wirbelstraße?

Aufgabe: 3

Punkte: 5

Welcher Effekt kann bei einem Schließvorgang durch einen Schieber in Rohrleitungen auftreten?
Nennen Sie bitte drei Maßnahmen, die diesen Effekt vermindern! Wie sollte die Schließzeit in Bezug auf die Laufzeit der Druckwelle gewählt werden?

Name:
Matr.Nr:

Aufgabe: 4 Punkte: 3

Wie kann mit Hilfe des Hagen-Poiseuille-Gesetzes das Ausströmen aus einem Riss berechnet werden. Bitte nennen Sie die notwendige Annahme!
Welche qualitative Aussage kann hinsichtlich des Druckgradienten getroffen werden (x-Koordinate in Strömungsrichtung)?

Aufgabe: 5 Punkte: 6

Skizzieren und benennen Sie bitte die drei unterschiedlichen Benetzungseigenschaften von Fluiden. Bitte zeichnen Sie den Grenzwinkel unter Angabe seiner Größenordnung in die Skizze ein. Geben Sie bitte jeweils ein Beispielfluid an!

Aufgabe: 6 Punkte: 4

Skizzieren Sie bitte das Dreibereichsmodell für turbulente Grenzschichten. Wie heißen die Bereiche und welche Relationen bezüglich der Schubspannungen gelten in ihnen?

Aufgabe: 7 Punkte: 5

Skizzieren und beschriften Sie bitte das Wirbelsystem eines Flugzeugs. Zeichnen Sie bitte die entstehenden Ab- oder Aufwinde ein. Wodurch werden die Randwirbel verursacht?

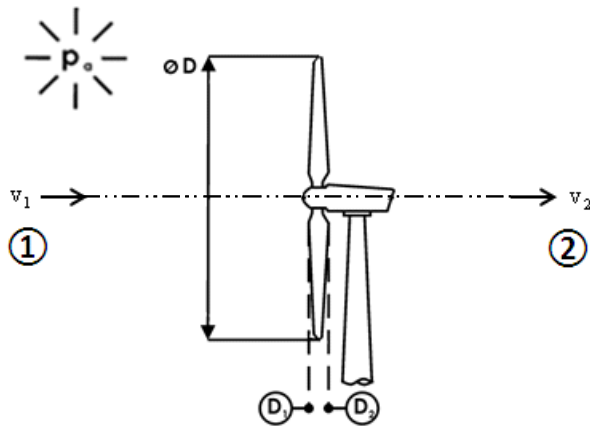
Aufgabe: 8 Punkte: 3

Zwischen zwei Platten liegt eine Hagen-Poiseuille-Schichtenströmung vor. Bitte skizzieren Sie die Geschwindigkeits- und Schubspannungsverteilung unter der Annahme, dass sich die obere Platte mit einer konstanten Geschwindigkeit v_0 bewegt und der Druckgradient $dp/dx > 0$ ist.

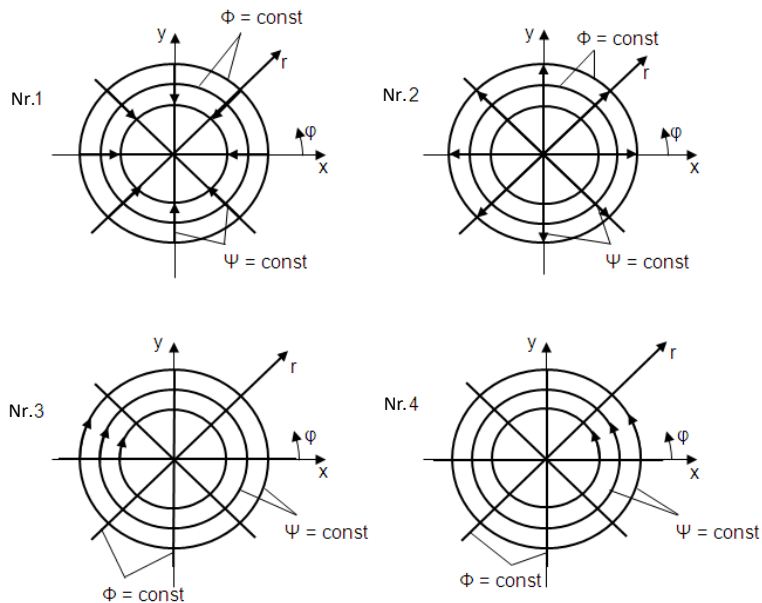
Aufgabe: 9 Punkte: 2

Bitte erklären Sie das Funktionsprinzip eines Widerstandsläufers.
Wie groß ist die theoretisch maximal erreichbare Umfangsgeschwindigkeit des Widerstandskörpers?

Stellen Sie bitte den Geschwindigkeits- und Druckverlauf über die gegebene Windturbine graphisch dar! Wie bestimmt sich die Geschwindigkeit in der Propeller-Disk?



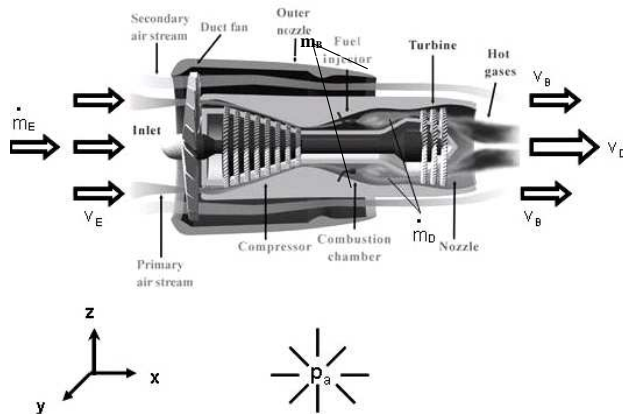
Skizzieren Sie bitte die Geschwindigkeitsverläufe für die dargestellten Potentialströmungen (1 - 4) und benennen Sie die einzelnen Strömungen.



Berechnen Sie bitte die Schubkraft des Bypass-Luftstrahltriebwerks. Berechnen Sie dafür zunächst den Massenstrom aus der Düse.

Gegeben:

- Eintrittsmassenstrom $\dot{m}_E = 98,7 \text{ kg/s}$
- Bypass-Massenstrom $\dot{m}_B = 82,7 \text{ kg/s}$
- Eintrittsgeschwindigkeit $v_E = 180,0 \text{ m/s}$
- Düsentriebwerks- Austrittsgeschwindigkeit $v_D = 460,5 \text{ m/s}$
- Bypass- Austrittsgeschwindigkeit $v_B = 300 \text{ m/s}$



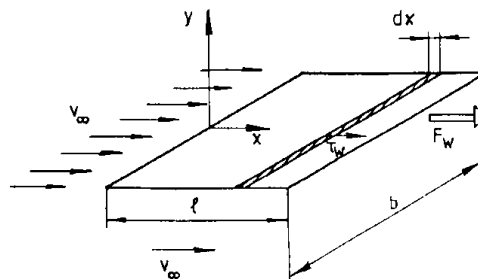
Bitte geben Sie für die gegebenen Werte die Wandschubspannung nach 0,5 m Plattengrenzschichtlänge für eine Blasius-Plattengrenzschicht an. Ist die Gleichung der Blasius-Plattengrenzschicht für die gegebenen Werte anwendbar? Bitte begründen Sie ihre Antwort.

Ges.: τ_w

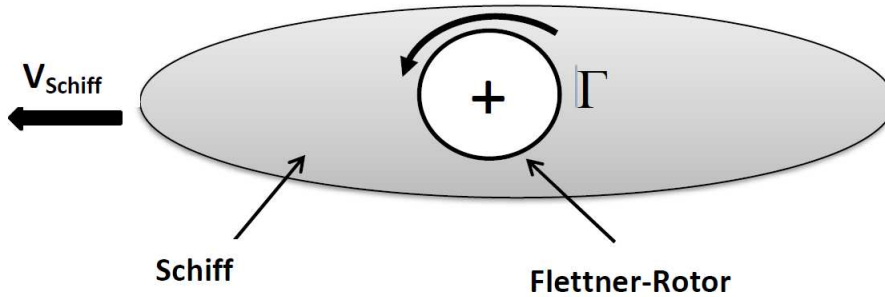
Geg.: $v_\infty = 4,5 \text{ m/s}$

$$\rho = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

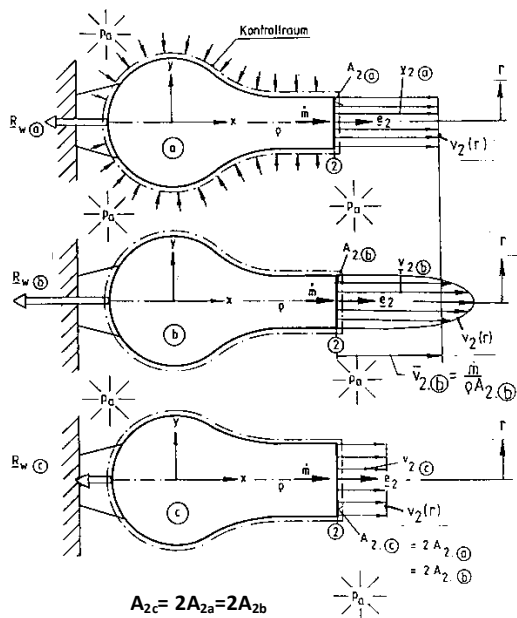
$$\nu = 15,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$



Die dargestellte Skizze zeigt ein Schiff mit einem Flettner-Rotor. Das Schiff bewegt sich, wie eingezeichnet nach links und der Rotor dreht gegen den Uhrzeigersinn. Zeichnen Sie bitte die Anströmrichtung des Windes, die potentialtheoretischen Staupunkte sowie den Punkt höchster Geschwindigkeit in die Skizze ein.

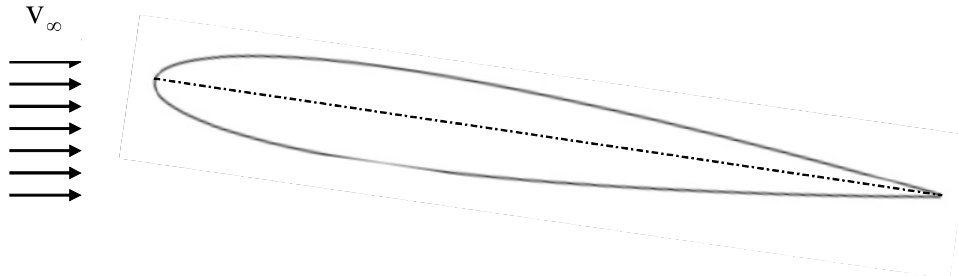


Welche Geschwindigkeitsverteilung erzielt den niedrigsten, mittleren und größten Schub unter der Annahme, dass der Massenstrom konstant ist? Begründen Sie bitte Ihre Aussage.



Bitte nennen Sie zwei Methoden zur Ermittlung der Oberflächenspannung.

Zeichnen Sie bitte in das skizzierte NACA 0012-Profil die Widerstands- und Auftriebskraft sowie den Anstellwinkel ein.




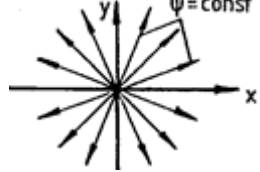
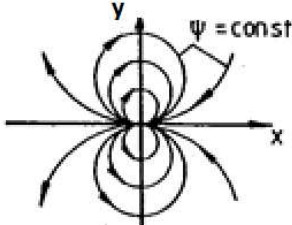
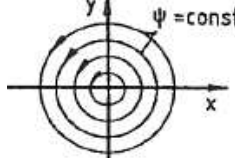
Rechenaufgabe 1

Punkte: 11

Die skizzierte Halle sei halbkreisförmig und der Windgeschwindigkeit (querab) v_∞ ausgesetzt.

Gegeben:

- Radius der Luftschiffwerft-Halle $R = 106 \text{ m}$
- Windgeschwindigkeit $v_\infty = 90 \text{ km/h}$
- Strömungspotentiale

Parallelströmung (parallel zur x-Achse)		$W(z) = v_\infty \cdot z$
Quellströmung		$W(z) = \frac{Q}{2\pi} \ln z$
Dipolströmung		$W(z) = \frac{v_\infty R^2}{z}$
Potentialwirbelströmung		$W(z) = -i \frac{\Gamma}{2\pi} \ln(z)$

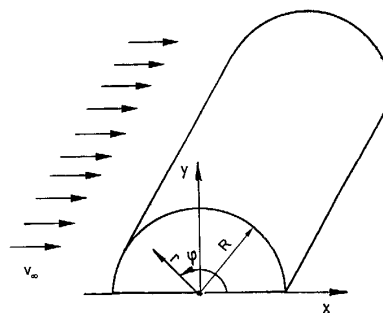
- CAUCHY-RIEMANN-Differentialgleichungen in Zylinderkoordinaten:

$$v_r = \frac{\partial \Phi}{\partial r} = \frac{1}{r} \frac{\partial \Psi}{\partial \varphi} \text{ und } v_\varphi = -\frac{\partial \Psi}{\partial r} = \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial \varphi}$$

Vorausgesetzt:

- Ebene Potentialströmung,
- Inkompressibles Fluid,
- Stationäre Strömung,
- Kraftfeldfreie Strömung,
- Druckkoeffizient:

$$c_p = \frac{p - p_\infty}{\frac{\rho}{2} v_\infty^2}$$



Gesucht:

- 1) Bitte stellen Sie das komplexe Strömungspotential $W(z)$ für die Umströmung der Halle auf.
- 2) Geben Sie bitte die Potentialfunktion Φ und Stromfunktion Ψ in Zylinderkoordinaten an.
- 3) Geben Sie bitte die max. Geschwindigkeit v_{\max} unmittelbar auf dem Dach der Halle an.
- 4) Berechnen Sie bitte den c_p -Wert in Abhängigkeit vom Zentriwinkel φ bei $r = R$.
- 5) Bei welchem Winkel φ herrscht gleicher Druck zwischen der Dachoberfläche und dem

Rechenaufgabe 2

Punkte: 5

In einer Anlage wird ein Rohr mit kreisförmigem Querschnitt (1) durch ein Rohr mit quadratischem Querschnitt (2) ersetzt.

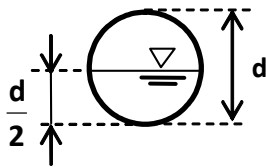
Gegeben:

- $d = a$
- $\frac{d}{2} \neq b$

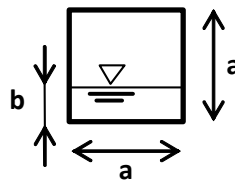
Voraussetzung :

- Laminare Strömung
- Die Länge des Rohrs bleibt unverändert
- Die Strömungsgeschwindigkeit ist in den beiden Varianten gleich!

(1)



(2)



1.) Wie groß ist der Füllstand (b) in Rohr (2) unter der Annahme, dass sich die Strömungsgeschwindigkeit und der Volumenstrom zwischen den Varianten nicht ändern sollen?

2.) Bitte berechnen Sie das Verhältnis der Druckverluste.

$$\frac{\Delta p_{j,1}}{\Delta p_{j,2}} = \dots ?$$