

Grundlagen der Strömungsmaschinen und Windturbinen

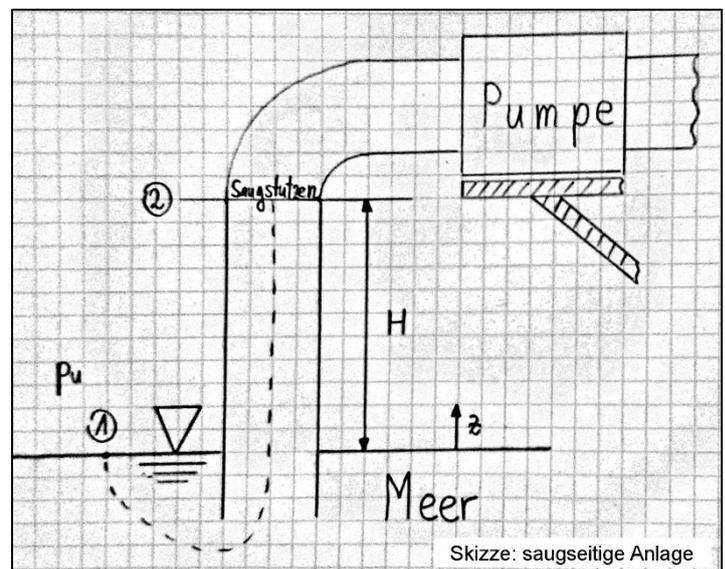
Seminar 1 – Bernoulli-Gleichung und Impulssatz

Aufgabe 1.1 – Die „saugende“ Pumpe

Eine Meerwasserpumpe für eine Entsalzungsanlage soll auf einem Podest im Meer platziert werden. Sie sind damit beauftragt, den bisherigen Entwurf der saugseitigen Anlage (siehe Skizze) auf Plausibilität zu überprüfen!

Dazu sind folgende Daten gegeben:

- Umgebungsdruck $p_u = 1,01325 \text{ bar}$
- mittlere Saugstutzenhöhe $H = 10 \text{ m}$
- Förderstrom $Q = 11913,4 \text{ l/h}$
- Rohrdurchmesser $D_{\text{Rohr}} = 53,0 \text{ mm}$
- Fluidichte $\rho_{\text{SW}} = 1020 \text{ kg/m}^3$
- Temperatur des Fluids $\theta = 15^\circ\text{C}$
- Erdbeschleunigung $g = 9,81 \text{ m/s}^2$



Es sind folgende Aufgaben zu bearbeiten:

- a) Berechnen Sie den statischen Druck des Fluids p_s in Punkt 2
- b) Vergleichen Sie das Ergebnis aus (1) mit den Dampfdruck von Wasser bei der gegebenen Temperatur (Anhang 1.1)! Welche Schlussfolgerungen ziehen Sie aus dem Vergleich für den Betrieb der Pumpe?
- c) Welche Möglichkeiten gibt es, das vorhandene Problem zu lösen? (auch unrealistische Angaben sind erlaubt!)
- d) Ab welcher Saugstutzenhöhe ist eine Förderung unter den gegebenen Bedingungen möglich?

Anhang 1.1

Dampfdruck p_D von Wasser

Quelle: http://www.wissenschaft-technik-ethik.de/wasser_dampfdruck.html#kap03

Temp.(°C) Dampfdruck(mbar)

=====

-90	0,000093
-80	0,00053
-70	0,00259
-60	0,0108
-50	0,0394
-40	0,129
-30	0,381
-25	0,634
-20	1,03
-15	1,65
-10	2,60
-5	4,02
0	6,10 Eis

0	6,10 Wasser
5	8,7
10	12,3
15	17,0
20	23,4
25	31,7
30	42,4
35	56,2
40	73,7
50	123
60	199
70	311
80	473
90	701
97,92	940
98,21	950
98,50	960
98,79	970
99,07	980
99,36	990
99,64	1000
99,92	1010
100,00	1013
100,20	1020
100,74	1040
101,28	1060
110	1433
120	1985
130	2,70 bar
150	4,76 bar
200	15,54 bar

Aufgabe 1.2 – Der Schiffspropeller

Ein neuer Schiffspropeller wird während der Fahrt getestet. Ihre Aufgabe als Ingenieur ist es die hydrodynamischen Eigenschaften (Schub, Schubleistung, Vortriebswirkungsgrad, ...) des Propellers mittels den aus Messungen gewonnenen Daten zu bestimmen.

Ihnen werden folgende Daten zur Verfügung gestellt:

- Propellerdurchmesser $D_2 = 0,305 \text{ m}$
- Drehzahl des Propellers $n_2 = 1500 \text{ 1/min}$
- Geschwindigkeit weit hinter dem Propeller $u_3 = 10 \text{ m/s}$
- Dichte des Fluids $\rho_{\text{SW}} = 1020 \text{ kg/m}^3$
- Kennziffer Fortschrittsgrad $J = \frac{u_1}{n_2 \cdot D_2} = 0,8$
- Totaldruck weit hinter dem Propeller $p_{\text{tot},3} = 136883,5 \text{ Pa}$

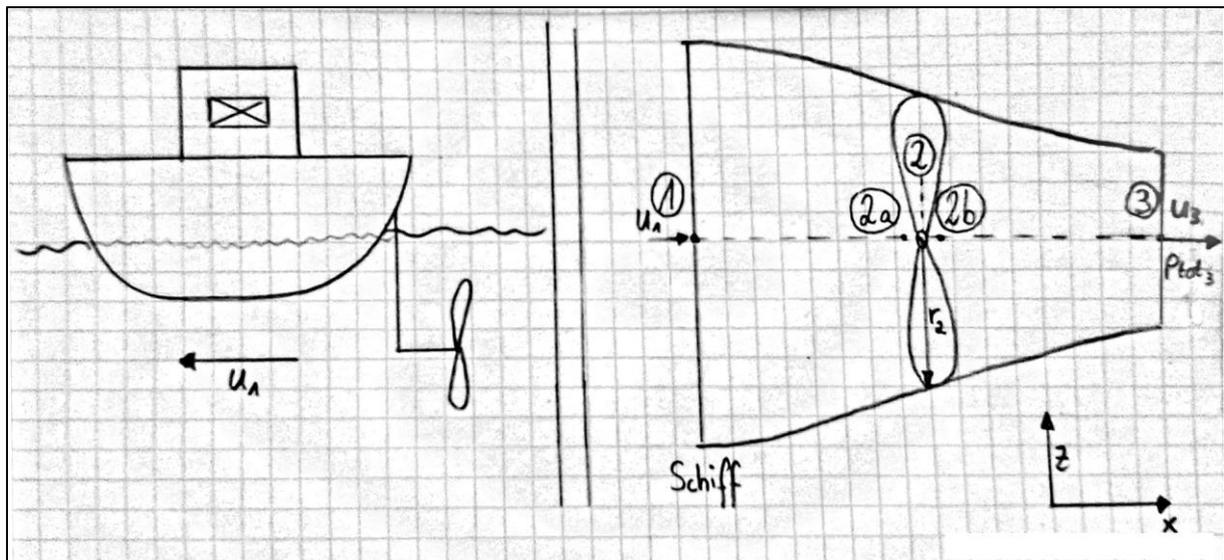


Abbildung : Schematische Darstellung der Propellerumströmung bei der Strahltheorie, mit gegebenen Größen

Folgende Aufgaben sind zu bearbeiten:

- a) Berechnen Sie den Massenstrom \dot{m} der durch die Propellerkreisfläche strömt!

- b) Bestimmen Sie die Fläche der Stromröhre weit vor dem Propeller (Punkt 1) und weit dahinter (Punkt 2)!
- c) Ermitteln Sie die Schubkraft \overline{F}_s , welche der Propeller aufbringt!
- d) Wie groß ist die Schubleistung P_s des Propellers, wenn sich das Schiff mit u_1 bewegt?
- e) Zeichnen Sie den Geschwindigkeits- und statischen Druckverlauf entlang der Strömungsrichtung für den Stromfaden ein! (Anhang 1.2)
- f) Schätzen Sie den Vortriebswirkungsgrad des Propellers ab!
Hinweis: Propellersschubleistung im Verhältnis zur zugeführten kinetischen Energie am Fluid