

Wurzelpagen Fluid

(1) $\frac{\rho}{2} \cdot v^2 + p = \text{const} \Rightarrow \text{Bernoulli}$

$$\frac{m}{2} (v_2^2 - v_1^2) + m(z_2 - z_1) + m c_v (T_2 - T_1) + V \cdot (p_1 - p_2) = \cancel{E_{kin}} + \cancel{W_{pot}} - \cancel{E_{Diss}}$$

S.27 Annahme:

$v_i = \text{const}$ (stationär)

$\rho = \text{const}$ (inkompressibel) \Rightarrow Druck kann auch const
Horizontal, keine Temperaturänderung

$$\frac{m}{2} (v_2^2 - v_1^2) + V (p_1 - p_2) = 0 \quad /: V$$

$$\frac{\rho}{2} v^2 + p = \text{const}$$

\Downarrow

$$\begin{aligned} Q_{12} &= 0 \\ W_{pot} &= 0 \\ E_{Diss} &= 0 \\ T_1 &= T_2 \\ h_1 &= h_2 \end{aligned}$$

Alle Bereiche
anschlüssen
als diese
zutreffen!

Somit über Kräftebalance:

$$m \cdot \frac{v^2}{2} + m \cdot g \cdot z + V \cdot p = \text{const} !$$

Da Horizontal \rightarrow

$$\frac{\rho}{2} v^2 + p = \text{const}$$

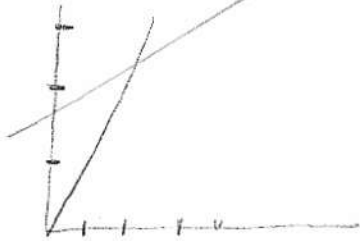
(2) Ähnlichkeitsgesetz bei der Modellübertragung eines Schiffes.

Froude'sches Gesetz: $F_v = \frac{v^2}{L \cdot g}$

(3) (3) Welcher Temperaturverlauf ^{bis} in der Stratosphäre?

S. 21 / S. 17

-S bis +1 km ... Temperatur fällt um $-6,5 \text{ K/Km}$



Kursverlauf = linear!

falsch ↓

(4) (4) Welche Neigung muss langes Rohr um Verlust durch Rohrreibung auszugleichen?

$$\tan \alpha = \frac{h_v}{L} \quad h_v \dots \text{Höhe der Verlustreibung!}$$

(5) (5) Wie kann die Entstehung der Drehbewegung eines Schalenkreuz-Armensensors erklärt werden?

Zur Messung von Windgeschwindigkeiten, Messbereiche: $0,5 - 50 \text{ m/s}$

Die Hohlkugel hat 3 mal größeren Strömungswiderstand als die angeströmte Halbkugel. Somit dreht es sich!

(6) Wie ist allg. ein Bewert definiert? Worin liegt der Unterschied

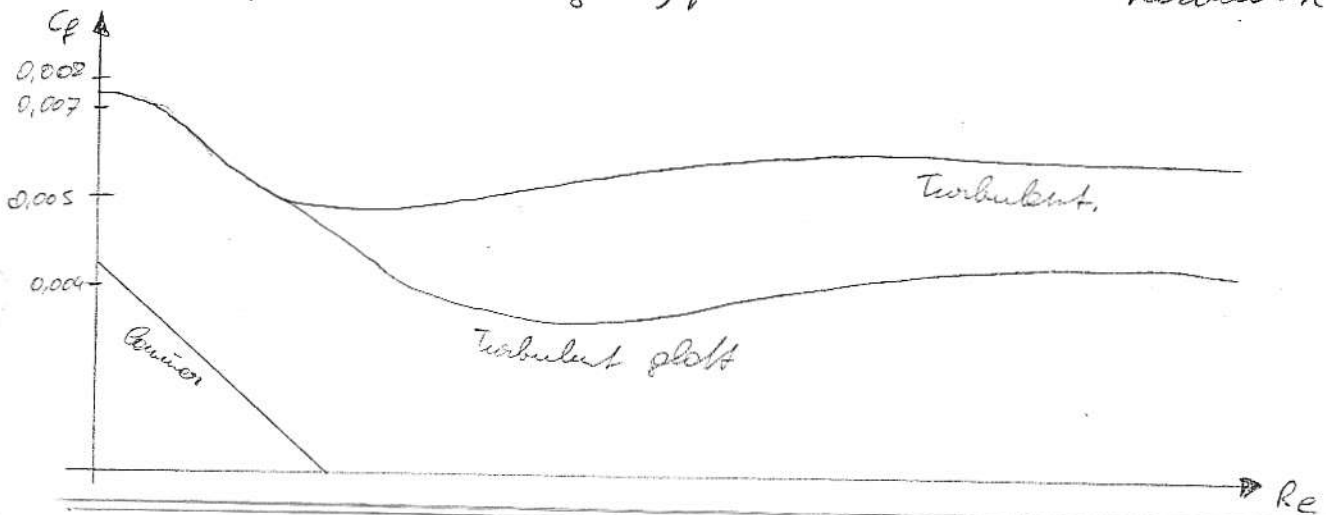
(F) in Widerstandswert bei a) Reibung b) Strömungswiderstand und c) Fliegen?

- (7) Formulieren Sie allgemein die Kräfte an einem durchströmten Rohrkrümmer mit Austrittsblende. (7)

$$F_{D1} = p_1 \cdot A_1 \quad F_R = (p_2 + \rho \cdot v_2^2) \cdot A_2 - (p_1 + \rho v_1^2) \cdot A_1$$

$$F_{D2} = p_2 \cdot A_2$$

- (8) Skizzieren Sie das Strömungsgebiet (Reibungswiderstand einer ebenen Platte $c_f = f(Re, \text{rel. Rauigkeit})$) für laminare und turbulente Strömung. (F)



- (9) Zepplin: $c_w = 0,06$ $A = 100 \text{ m}^2$ $v = 40 \text{ km/h}$ $\rho = 1 \text{ kg/m}^3$ (F)

- (A) Aerodynamische Widerstand?
(B) Benötigte Antriebsleistung?

(A)

$$\frac{\rho g}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \cdot \text{m}^2 = \frac{\rho \text{ m}^2}{\text{s}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$W = c_w \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A = 1875 \text{ N}$$

(10) Pascal'sches (hydrostatisches) Paradoxon.

10

Gefäße verschiedener Form, der gleicher Höhe haben ~~alle~~ alle den selben Druck am Boden des Gefäßes!

(11) Geben sie die 3 Erhaltungssätze für reibungsfrei, inkompressible Strömung an!

11

reibungslos: $E_{Diss} = 0$

$$V = \bar{w}_1 A_1 = \bar{w}_2 A_2$$

inkompressibel: $\rho_1 = \rho_2 \Rightarrow \frac{A_1 \bar{w}_1}{\rho} = \frac{A_2 \bar{w}_2}{\rho}$

2
0

$$\frac{m}{2} (v_2^2 - v_1^2) + m \cdot g \cdot (h_2 - h_1) + V(P_2 - P_1) = \cancel{V \rho} 0$$

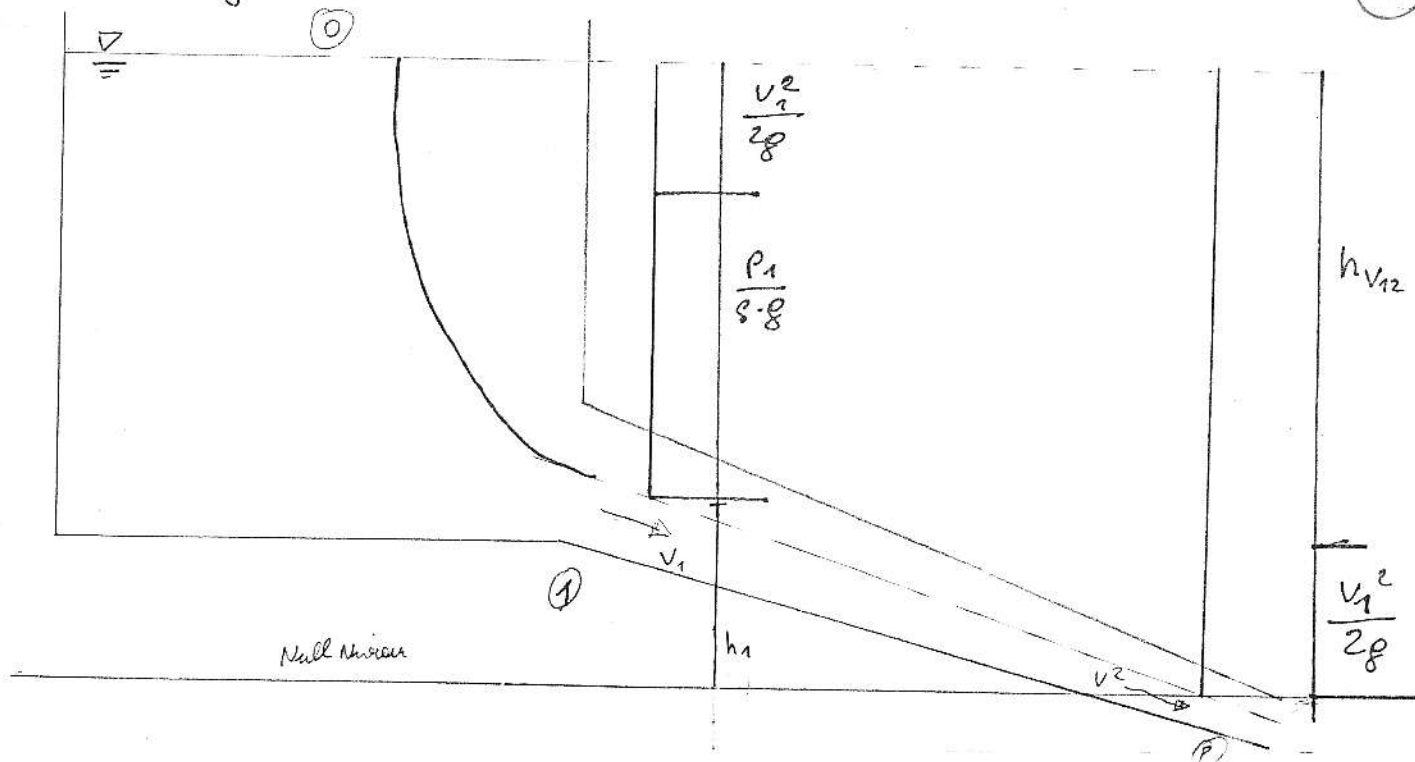
$$\frac{m}{2} (v_2^2 - v_1^2) + m \cdot g \cdot (h_2 - h_1) + P_2 \cdot w_2 \cdot A_2 - P_1 \cdot w_1 \cdot A_1 = 0$$

2
0

$$F_{Wx} = \rho (A_1 \cdot v_1 - A_2 \cdot v_2) + P_1 \cdot A_1 - P_2 \cdot A_2$$

(12) Zeichnen, der örtlichen Energie-Niveaus-Hohen an den verlustlos Strömung

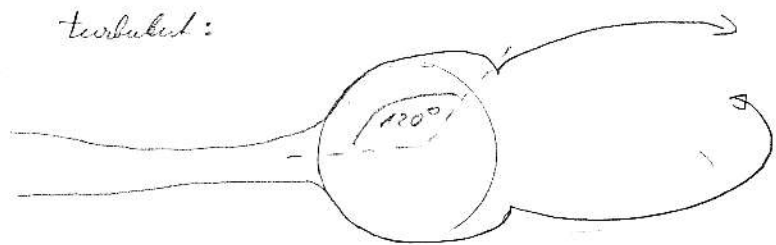
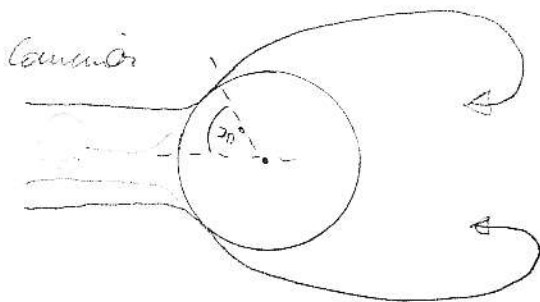
12



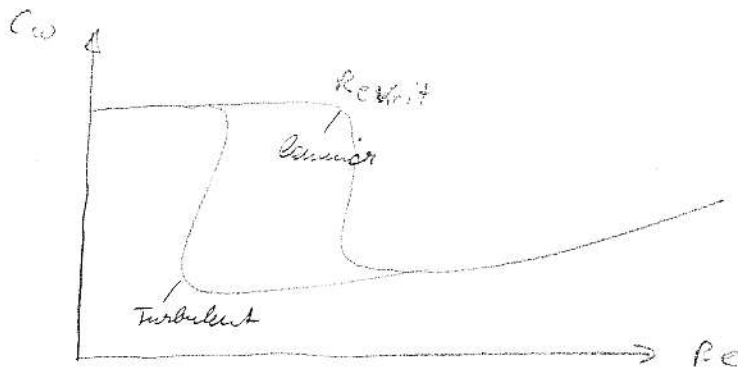
$$\frac{\rho}{2} v_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 = 0$$

$$h_1 = - \frac{\rho v_1^2}{2g}$$

(13) Skizze des Widerstandsbeiwertes einer Kugel bei Re voll laminar und voll turbulent. Mit Angabe der Zahlenwerte! (13)



2 Faktoren: (1) Re_{krit}
(2) Rauigkeit



(14) Wie skalieren die Geschw. v_M zu v_H bei Modellmaßstab 1:9, wenn man Froude-Zahl und Reynolds-Zahl einhalten will? (14)

$$Re = \frac{v_H \cdot l_H}{\nu_H} = \frac{v_M \cdot l_M}{\nu_M} \Rightarrow \nu_H = \nu_M \Rightarrow v_H \cdot l_H = v_M \cdot l_M \Rightarrow \frac{v_H}{v_M} = \frac{l_M}{l_H} = \frac{1}{9}$$

$$Fr = \frac{v_H^2}{L_H \cdot g} = \frac{v_M^2}{L_M \cdot g} \Rightarrow \frac{v_H^2}{L_H} = \frac{v_M^2}{L_M} \Rightarrow v_M^2 = \frac{L_H^2}{L_M} = v_H^2 \cdot 9$$

$$v_M = v_H \cdot 3$$

(15) Werte der Normatmosphäre:

mittlere Meereshöhe (0m) $p = ?$, $\rho = ?$, $t = ?$

Höhe von (11km) $p = ?$, $t = ?$

(0m) $p = 1,013 \text{ bar} = 1013,25 \text{ hPa}$

$\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$

$t = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

(11km) $p = 226,31 \text{ hPa}$

$t = -56,5 \text{ }^\circ\text{C}$

(16) $g = 10 \text{ m/s}^2$

$\pi = 3$

$F_h = ?$

$F_v = ?$

$F_{res} = ?$

Viertelkreiszylinder

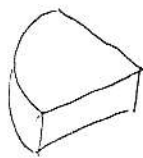
$R = 1$

$B = 1$

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

2

0

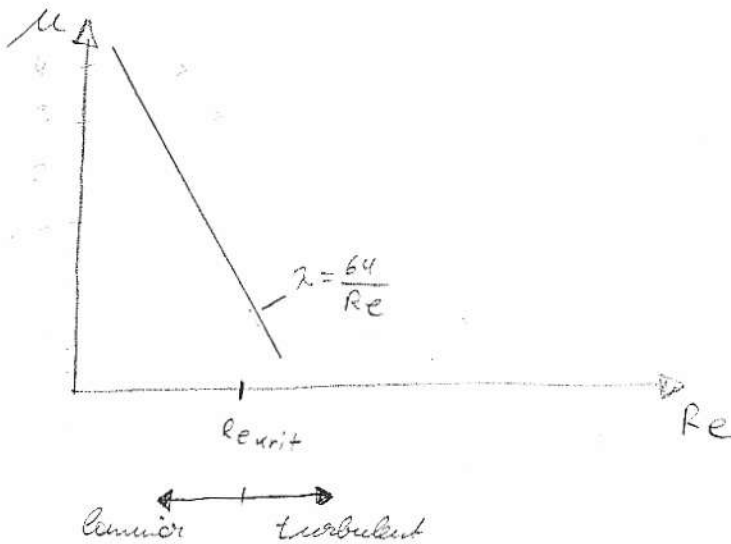


(17) Skizzieren Sie den Rohrreibungskoeffizienten λ als Funktion von Re Zahl und Rauheit + Re_{krit} .

(17)

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

$$Re_{krit} = 2300$$



?

(18) Wasserturbinen-Kraftwerke:

(18)

$$\eta = 0,8$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\dot{V} = 100 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Delta h = 100 \text{ m}$$

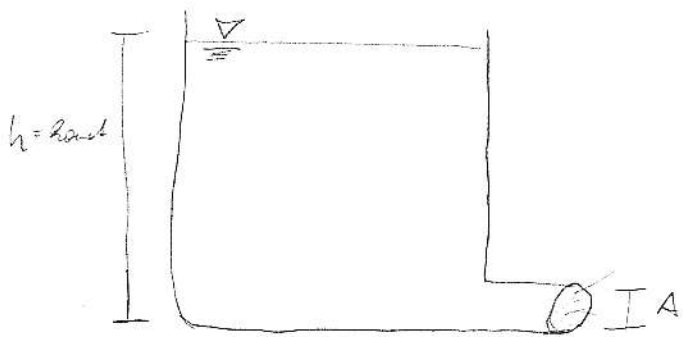
ges: $P = ?$

$$W_{\text{pot}} = -m \cdot g \cdot \Delta h = V \cdot \rho \cdot g \cdot \Delta h = 100 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 100 =$$

$$P_{\text{theor}} = 9,81 \cdot 10^7 \text{ W}$$

$$P_{\text{real}} = \eta \cdot P_{\text{theor}} = 7,848 \cdot 10^7 \text{ W}$$

(19)



Wie groß ist die Aufspannung des rollenden Behälters?

$$\frac{2}{0}$$

19

(20) Wann und wo können beim Durchströmen eines Venturi-Rohr mit Wasser Oberflächenbeschädigungen durch Kavitation auftreten: Physikalische Begründung

20

Durch eine entsprechend große Höhe h_2 , wenn p_2 , bei Verengung des Rohres, kleiner sein, als die Siedetemperatur des Wassers
 \Rightarrow Dampfblasen

Diese Kollabieren schlagartig beim Ansteigen des Druckes am Ende des Venturirohres. \rightarrow Druck des Dampfes ca. 1000 mal kleiner!

\Rightarrow Kavitation \Rightarrow erosion an der WS Oberfläche!

bei Schiffsdriven + Turbinen!

Bedingung um Kavitation zu vermeiden: S. 38!

(21) $c_w = 0,4$ $\rho_{\text{luft}} = \frac{10}{8} \text{ kg/m}^3$

$A_{\text{proj}} = 2 \text{ m}^2$ $P = 125 \text{ kW}$

$v = 180 \text{ km/h} = 50 \text{ m/s}$

(21)

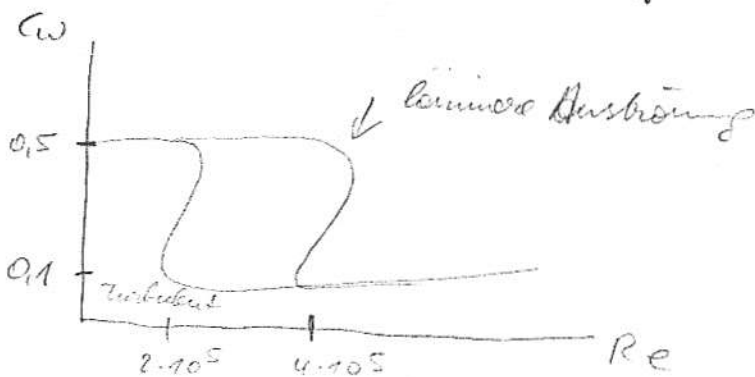
Wie groß ist der auf A_{proj} bezogene Rollwiderstandsbeiwert?

$$W = c_w \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_{\text{proj}} = 0,4 \cdot \frac{10}{8} \cdot 50^2 \cdot 2 =$$

$$= 1250 \quad ? \quad c_w = \frac{W}{\frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_{\text{proj}}}$$

(22) Erläutern Sie das Diagramm für den Kugelwiderstand als Funktion der Re-Zahl!

(22)



Kugelumströmung:

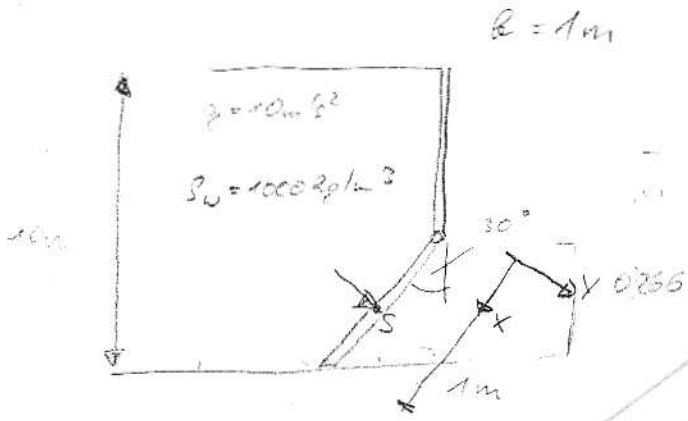
Widerstandsbeiwert hängt im wesentlichen von der Art der Grenzschicht ab.

Bei Kugel bringt laminare höheren Widerstandsbeiwert
 ↳ Platte bringt niedrigeren bei laminar

Ursache: frühes Ablösen der Grenzschicht \Rightarrow größeres Nachlaufgebiet \Rightarrow dadurch größerer Widerstand.

(23) Wie groß ist die Resultierende Kraft? Wo greift sie an?

(23)



$$F = \rho_s \cdot A$$

$$\rho_s = \rho \cdot h_s$$

$$h_s = 1 \cdot \cos 30 = 0,366 \text{ m}$$

$$A = 1 \text{ m}^2$$

$$\rho_s = 1000 \cdot 10 \cdot 9,433 = 94330 \text{ Pa}$$

$$F = A \cdot \rho_s = 1 \cdot 94330 = 94,33 \text{ kN}$$

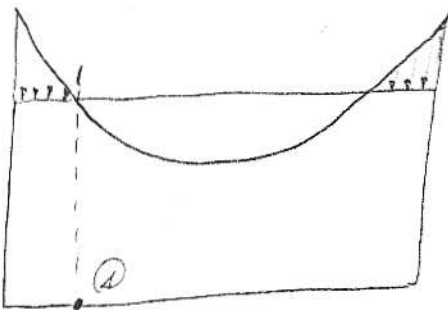
$$z = 0,5$$

Paloch

$$w_D = \frac{I_S}{w \cdot A} + w_s = \frac{\frac{bh^3}{12}}{0,5 \cdot 1} + 0,5 = 0,66$$

(24) Druckverteilung, Druck am Punkt ①?

(24)

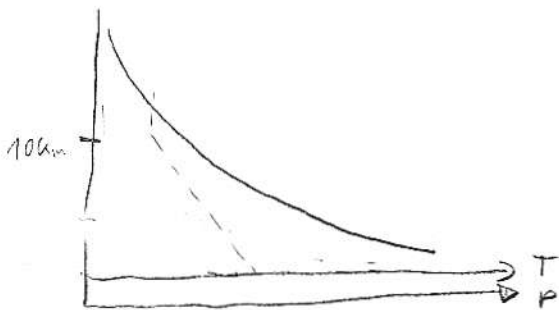


$$\textcircled{1} \quad p = \rho \cdot g \cdot h$$

= einfach die Höhe über dem Pt ①

(25) Tragen Sie Temperatur + Druckverteilung über die Höhe an! bis 7 km.

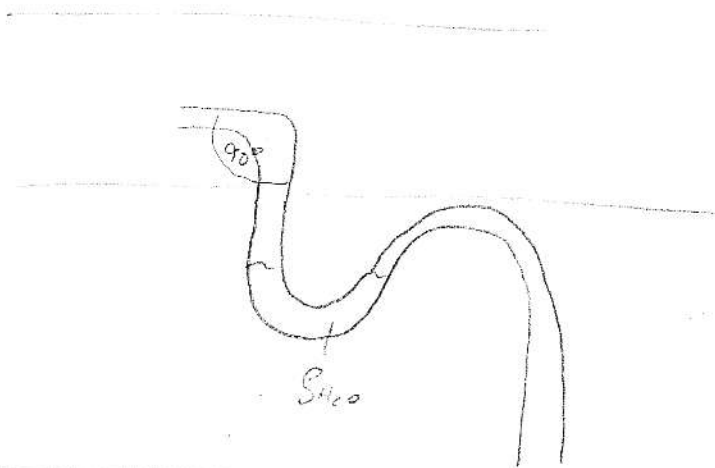
(25)



(26) Wie kann Gasdruck gemessen werden?

26

Flüssigkeitsmanometer / Schlauchweage.



(27) Geben sie v an (Swasser, Δh , S_{Luft}) an.

27

Bernoulli in der Höhenform:

$$z + \frac{p}{\rho \cdot g} + \frac{v^2}{2g} = \text{const}$$

?

$$h_2 + \frac{p_2}{\rho_w \cdot g} + \frac{v^2}{2g} = h_1 + \frac{p_1}{\rho_l \cdot g} + \frac{v^2}{2g}$$

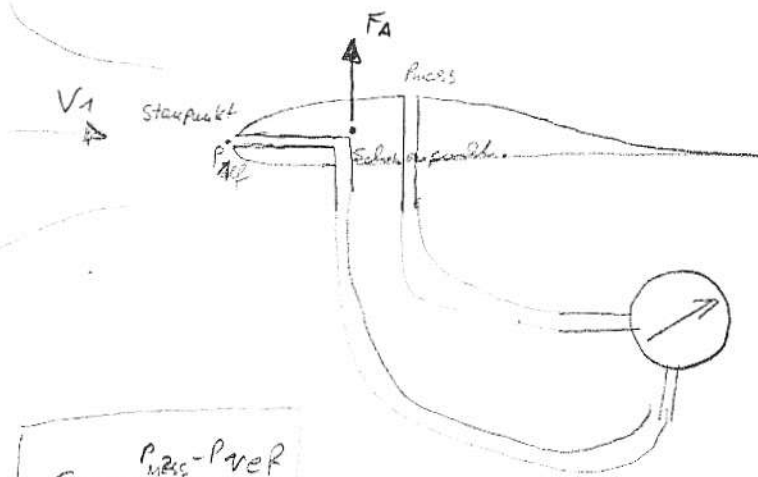
$$(h_2 - h_1) + \frac{p_2}{\rho_w \cdot g} - \frac{p_1}{\rho_l \cdot g} = \frac{v^2}{2g} + \frac{v^2}{2g}$$

$$v^2 = \frac{h_2 - h_1}{g} + \frac{p_2 - p_1}{\rho_w - \rho_l} = \sqrt{\frac{h_2 - h_1}{g} + \frac{p_2 - p_1}{\rho_w - \rho_l}}$$

(28) Durch welche zwei Faktoren ist die Lage des Umstülppunktes der Grenzschicht bei einer ebenen Platte festgelegt? (28)

- 1) Rauheit
- 2) Reynold

(29) Bestimmen Sie den Druckbeiwert c_p an der dicksten Stelle des Profils. (29)



?
0
unchar. spez. Wärdig.

$$c_p = \frac{P_{max} - P_{ref}}{\frac{\rho}{2} \cdot V_1^2}$$

(30) Wo ~~gibt~~ die Auftriebskraft an? (30)

(31) $L = 100 \text{ m}$ Verlustdruck = ?
 $D = 1 \text{ m}$ $\Delta P_v = ?$
 $\lambda = 0,01$
 $v = 1 \text{ m/s}$

$$\Delta P_v = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 =$$

$$= 0,01 \cdot \frac{100}{1} \cdot \frac{1000}{2} \cdot 1 = 500 \text{ Pa}$$

32) c_w für die folgenden Körper:

$$V = 15 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$V = 5 \text{ m/s}$$

$$A_{\text{proj}} = 0,3 \text{ m}^2$$

$$V = 50 \text{ m/s}$$

$$c_w = \frac{W}{\rho \cdot A_{\text{proj}}} = \frac{W}{\frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_{\text{proj}}} \quad Re =$$

33) $Re = \frac{v \cdot L}{\nu}$ $Mo = \frac{v}{\alpha}$ $Eu = \frac{P}{(\rho \cdot v^3)}$

$$Fr = \frac{v^2}{(L \cdot g)} \quad Sr = \frac{(T \cdot v)}{L}$$

34) Woher ist die Lage des Umschlagpunktes und des Ablösepunktes bekannt?

Am Umschlagpunkt geht laminar in turbulent über!

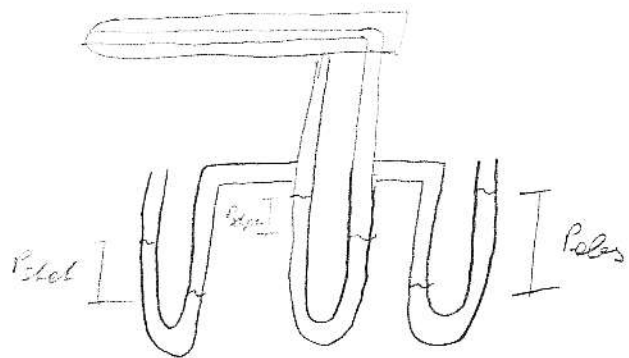
Am Ablösepunkt wird der Geschwindigkeitsgradient 0!

→ bei $Re_{\text{krit}} = (3-5) \cdot 10^6$

35) Druck im Staupunkt absolut gemessen. Was noch an die Auströmungsschw. zu messen?

$$P_{\text{stos}} = P_{\text{stet}} + \underbrace{\frac{\rho}{2} v^2}_{P_{\text{dyn}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2(P_{\text{stos}} - P_{\text{stet}})}{\rho}}$$



(35) Warum und wie muss der ~~Beobachtete~~ beobachtete Druck vom Querschnittsveränderung korrigiert werden?
 Näherungslösung für $752,5 \text{ mm}$ bei 20°C

(36)

$$L_0 = L_t - \frac{t}{\delta} = 752,5 - \frac{20}{\delta} = 750 \text{ mm}$$

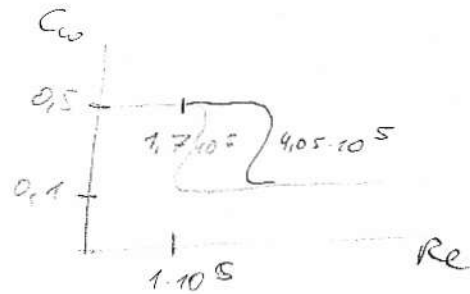
Da der Ausdehnungskoeffizient der Sperrflüssigkeit zu berücksichtigen ist! Druck $\Rightarrow P = \frac{4}{3} L_0 ! = 1000 \text{ MPa}$

(37) Kugel: $d = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$ $V_1 = ?$ für $C_{w1} = 0,5$
 $V = 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ $V_2 = ?$ $C_{w2} = 0,1$

(37)

Wie groß ist dabei der jeweilige Druckbeiwert des Heckströmungsdruckes cp_1 mit cp_2 ?

$$W = c_w \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_{\text{proj}}$$



$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu} \Rightarrow v = \frac{Re \cdot \nu}{d} =$$

$$V_2 = \frac{1,7 \cdot 10^5 \cdot 10^{-6}}{0,02} = 8,5 \text{ m/s} \quad 10 \text{ m/s bei } 2 \cdot 10^5$$

$$V_1 = \frac{1 \cdot 10^5 \cdot 10^{-6}}{0,02} = 5 \text{ m/s}$$

? $cp_1 = ?$; $cp_2 = ?$

~~Handwritten scribble~~

(38) Wie groß ist die Temp. und Druck ~~bei~~ bei 0 km und 11 km.

(38)

Troposphäre 0 km - 10 km

Stratosphäre ab 10 km

Temperatur bei 0 km: 15°C 1013 Pa , $h \text{ Pa}$

bei 11 km: -56.5°C

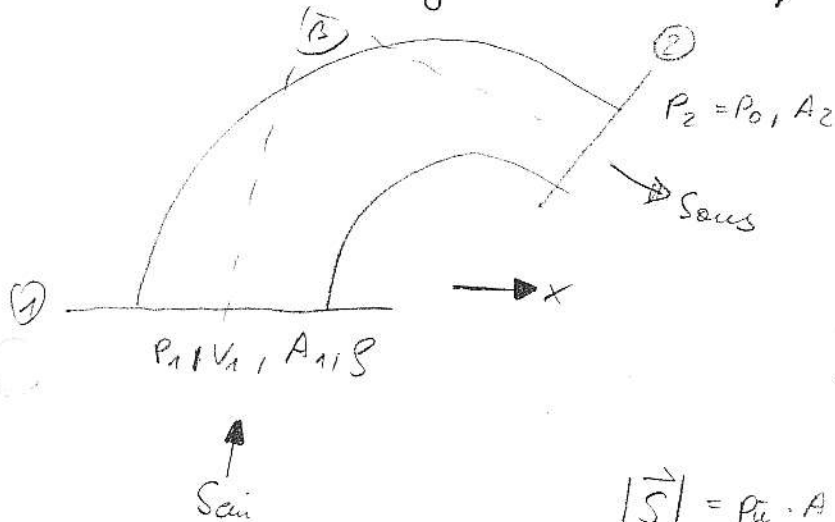
$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h = \frac{\rho}{2}$$

Druck bei 0 km: 1013 hPa

11 km: ~~1013 hPa~~ $226,3 \text{ hPa}$
~~253,25 hPa~~

(39) Berechne Kraft in x-Richtung auf den geschweiften Körper unter Verwendung der Erhaltungssätze.

(39)



$$\begin{aligned} p_1 &= p_2 \\ v_1 &= v_2 \\ A_1 &= A_2 \\ S_1 &= S_2 \end{aligned}$$

$$\dot{I} = \rho \cdot A \cdot v^2$$

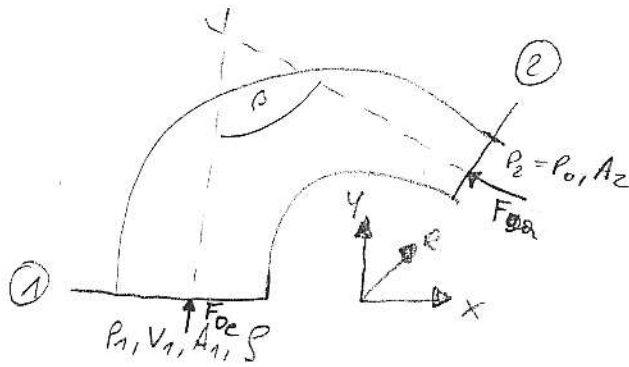
$$|\vec{S}| = \underbrace{\rho \cdot A}_{\text{Stützkraft!}} + \underbrace{\rho \cdot A \cdot v^2}_{\substack{\text{dynamische} \\ \text{Kraft}}}$$

↳ s. nächste Seite

(39) Berechnen sie die Kraft in x-Richtung

39

20



$$A_1 v_1 - A_2 v_2 = \sum F$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$\Downarrow$$

$$v_2 = \frac{A_1 \cdot v_1}{A_2}$$

$$\rightarrow \dot{m} \cdot v_2 - \dot{m} \cdot v_1 = F_{Rx} - F_{DR} \cdot \sin \beta$$

$$F_{DR} = p_2 \cdot A_2$$

$$F_{Rx} = \dot{m} \cdot (v_2 - v_1) + F_{DR} \cdot \sin \beta$$

$$\dot{V} = A_1 \cdot v_1$$

$$F_{Rx} = (A_1 \cdot v_1) \cdot \rho \cdot (v_2 - v_1) + p_2 \cdot A_2 \cdot \sin \beta$$

$$\dot{m} = \dot{V} \cdot \rho$$

$$F_{Rx} = \dot{m} \cdot v_2 \cdot \sin \beta = \dot{V} \cdot \rho \cdot v_2 \cdot \sin \beta$$

$$\dot{m} = (A_1 \cdot v_1) \cdot \rho$$

(40) Querschnitt. Platte ($d = 0,1 \text{ m}$) $v = 3,6 \text{ km/h} = 1 \text{ m/s}$.

40

Reynoldszahl + Widerstand bei laminarer Strömung.

$$c_f = 1,328 \cdot Re^{-0,2}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

$$W_R = c_f \cdot 0 \cdot \frac{\rho}{2} v^2 =$$

$$\nu_{H_2O} \dots 1 \cdot 10^{-6}$$

$$W_R = 1,328 \cdot Re^{-0,2} \cdot 2 \cdot 0,1 \cdot 500 \cdot 1^2 =$$

$$Re = \frac{1 \cdot 0,1}{10^{-6}} = 1 \cdot 10^5$$

$$= \underline{\underline{1,38}}$$

(41) Serie von Diagrammen für den Widerstandsbeiwert c_w für zweidimensionale elliptische Körper mit der rel. Dicke:
 $c_w = 0,3 / 0,5 / 1$ als Funktion der Re-Zahl.

(41)

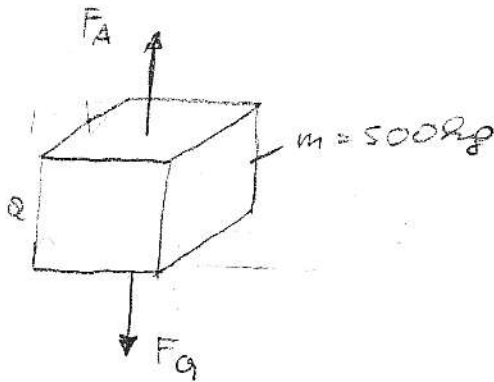
(42) Quaderförmiger HL-Bolzen ($Q, 500 \text{ kg}$) $h = 2000 \text{ m}$ $p_A = 800 \text{ hPa}$ (42)

Ges: S_A, P_i, S_i

$t_A = 6^\circ \text{C}$

$t_i = 37^\circ \text{C}$

$R = 287 \text{ J/kgK}$



$S = \frac{m}{V}$

$P \cdot V = m \cdot R \cdot T$

$S_A = \frac{m}{V} = \frac{P_A}{R \cdot T_A} =$

$= \frac{80000}{287 \cdot 279} = 0,999$

$P = F_A - F_G =$

$F_A = F_G$

~~$S_A \cdot g \cdot V_B = (m_B + m_e) \cdot g$~~

(43) Venturierohrbeschädigungen:

(43)

Die Beschädigungen beten nach der Verengung auf. Da der Druck sinkt und die Geschwindigkeit dadurch explosionsartig ansteigt.

↓ richtig:

bei entsprechend großer Höhe kann der Druck kleiner werden als die Siedetemperatur des Wassers. Es entstehen Dampfblasen, die beim aussteigen des Druckes schlagartig kollabieren.

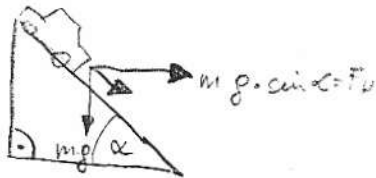
$$P < p_d$$

(44) Welche Voraussetzungen sind notwendig, um Ablösung beim Überströmen eines Körpers auszulösen? (44)

- 1) Rauheit
- 2) Reynoldszahl (Wirbeln)

(45)

(45)



$$F_H = m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$C_{w1} > C_{w2} \\ \Downarrow \\ W_1 > W_2$$

$$W_1 = C_{w1} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_{proj}$$

$$W_2 = C_{w2} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_{proj}$$

$$W_1 - F_H = W_2$$

$$C_{w1} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_{proj} - m \cdot g \cdot \sin \alpha = C_{w2} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_{proj}$$

$$(C_{w1} - C_{w2}) \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_{proj} = m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{(C_{w1} - C_{w2}) \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_{proj}}{m \cdot g}$$

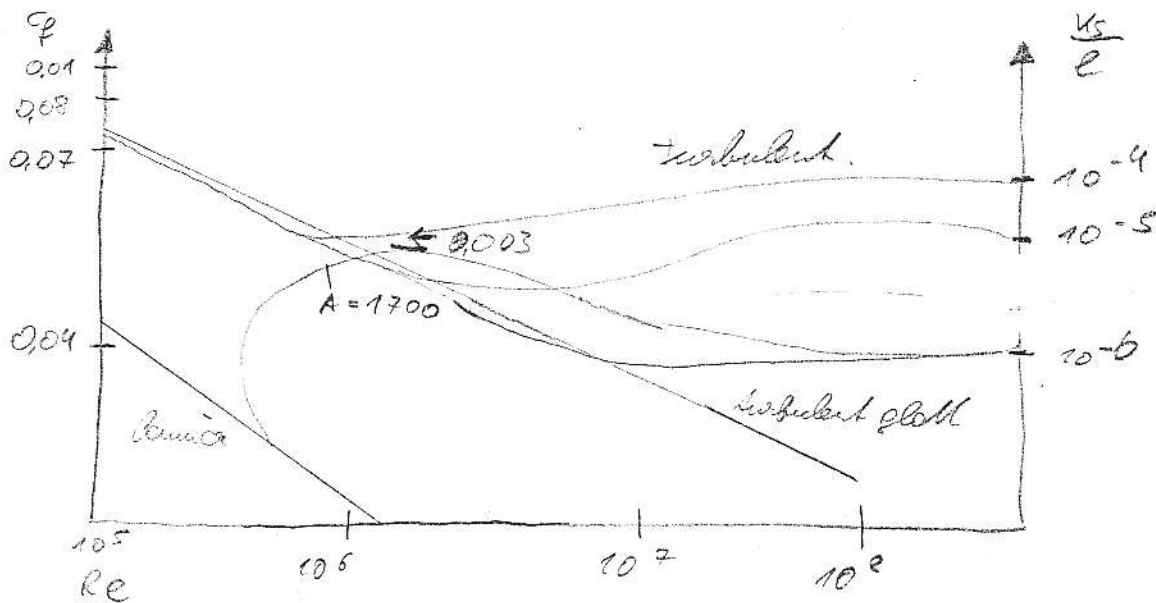
(46) $C_p = C_R = 0,455 / (\log Re)^{2,58} - \frac{A}{Re}$

a) Von welcher Größe ist der Koeffizient A abhängig? Wertebereich?

⇒ A ist abhängig von Re_{krit} . Wertebereich: $3 \cdot 10^5 - 30 \cdot 10^5$

$A: 1050 - 8700$

b) Diagramm



c) 2. Term kann vernachlässigt werden, wenn zuvor der laminare Bereich berücksichtigt wird!

(47) Finde Ansatz für Sinkgeschw. der Kugel im Wasser. Welches Verhalten ist dabei besonders zu beachten?

$F_G = F_A + F_W$

$m \cdot g = \rho^u \cdot g \cdot V_k + \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_{proj} \cdot c_w$

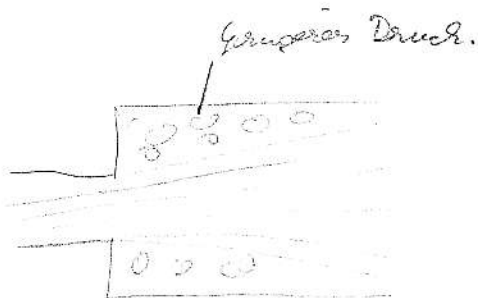
Kugel hat überall die gleiche proj. Fläche?

$\rho \cdot V \cdot g = \rho^u \cdot g \cdot V_k + \frac{\rho}{2} v^2 A_{proj} \cdot c_w$

$v^2 = \frac{(m \cdot g - \rho^u \cdot V_k \cdot g) \cdot 2}{\rho \cdot A_{proj} \cdot c_w}$

(49) Was ist die wesentliche Idee von Coust, die zur Berechnung des Verlustes bei einer plötzlichen Querschnittserweiterung hilfreich ist? (49)

Der Coust'sche Totverlust prägt an der Wand den normalen Druck auf (in der Rezirkulationszone) \Rightarrow Verdrängung des Wandraums.



1) Coust und Konti:

$$P_2 - P_1 = \rho \cdot V_2 (V_1 - V_2) \quad \rightarrow \quad \begin{array}{l} \text{durch Konti + Impuls:} \\ \textcircled{1} \quad \quad \quad \textcircled{2} \\ \rho_1 A_1 \quad \quad = \quad \rho_2 A_2 \\ \rho \cdot V \cdot A_1 \quad = \quad \rho \cdot V \cdot A_2 \end{array}$$

2) Mit Bernoulli:

$$\frac{\rho}{2} V_1^2 + V \cdot P_1 = \frac{\rho}{2} V_2^2 + V \cdot P_2' \quad V = \frac{A_1}{S}$$

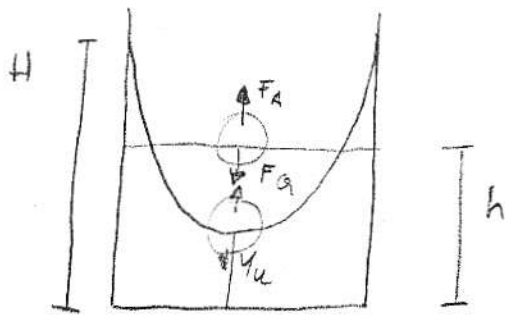
$$\frac{V_1^2}{2} + \frac{P_1}{\rho} = \frac{V_2^2}{2} + \frac{P_2'}{\rho}$$

$$P_2' - P_1 = \frac{(V_1^2 - V_2^2) \cdot \rho}{2} //$$

$$\Delta P_{\text{verl}} = \underbrace{(P_2' - P_1)}_{\text{Bernoulli}} - \underbrace{(P_2 - P_1)}_{\text{Coust}}$$

$$\Delta P_{\text{verl}} = \frac{\rho}{2} (V_1 - V_2)^2 \quad \Rightarrow \quad \text{Druckverlust wird als Differenz beider Diffusoren definiert!}$$

(50) Kugel schwebt stationär in $h = \text{const.}$ mittig in H_2O -Gefäß. Wie ändert sich die Lage, wenn das Gefäß mit w rotiert? (50)



$$F_A = F_G$$

$$y_u = h - \frac{w^2 \cdot R^2}{Hg}$$

$$\text{Änderung } x = h - y_u$$

(51) Venturivorteil, Kavitation? Warum, wie, wo? (51)

Durch die Verengung am Querschnitt kann es zur Bildung von Dampfblasen kommen, da p dann unterhalb der Sättigungsdampfdrucktemperatur des Wassers ist.

Diese Vorkavitation schlagartig bei Ankeren des Drecks! Aufbauen bei der Rohrerweiterung, Schiffschrauben + Turbinen. \Rightarrow Erosion!

(52) rechteckige dünne Platte ($a = 1m, b = 0,2m$) im H_2O -Kanal $v = 10m/s$ parallel zu a angeströmt. (52)

Reynoldszahl + Widerstand der angeströmten Platte!

$$C_f = 1,328 \cdot Re^{-0,5}$$

$$\rho_{H_2O} \approx 1 \cdot 10^{-6}$$

$$O = 2 \cdot (a+b)$$

$$Re = \frac{v \cdot L}{\nu} = \frac{10 \cdot 1}{1 \cdot 10^{-6}} = 1 \cdot 10^{17}$$

$$W = c_f \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot O$$

$$c_f = 1,328 \cdot (1 \cdot 10^{17})^{-0,5}$$

$$c_f = 4,1995 \cdot 10^{-9}$$

$$W = 4,1995 \cdot 10^{-9} \cdot 1000 \cdot 10^2 \cdot 0,4 m^2 = 8,4 N$$

$$W =$$

Warum dem nochmal mit C_w fest rechnen?

$$C_w = 1,2 = ?$$

Platte um 90° gedreht

$$W = C_w \cdot \frac{\rho}{2} v^2 \cdot A_{\text{Proj}} = 1,2 \cdot 500 \cdot 100 \cdot 0,2 = 12 \text{ kN}$$

Impuls auf ruhende Platte: Wasserstrahl: $d = 0,02 \text{ m}$
 $v = 10 \text{ m/s}$

$$\dot{I} = \dot{m} \cdot v$$

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V}$$

$$\dot{V} = A \cdot v$$

$$\dot{V} = \pi \frac{d^2}{4} \cdot 10 =$$

$$= \pi \frac{0,02^2}{4} \cdot 10 =$$

$$= 0,157 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\dot{I} = 1570,8 \text{ N}$$

$$\dot{m} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,157 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 157,08 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

(53) Leiten Sie am Beispiel der Platte ^{eben ↓ zum Rohr geöffnet.} der Länge L und Breite B die Zusammenhang zwischen λ und Reibungskoeffizient c_R ab! (53)

$$W_R = c_R \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot d \cdot \pi \cdot l$$

$$W = c_f \cdot \frac{\rho}{2} v^2 \cdot 0$$

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}}$$

$$c_R = \frac{1,328}{\sqrt{\text{Re}}}$$

$$\text{Re} = \frac{v \cdot L}{\nu} = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

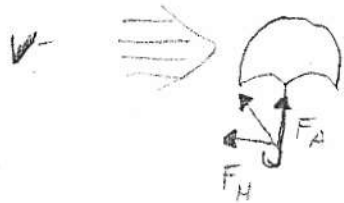
$$d = \frac{B}{\pi}$$

? Reibungskoeffizient c_R
ist aber schon vorher
bei Platte der Beiwert

(54) Welche Größen beeinflussen Umschlagzeit?

- 1) Rauigkeit der Platte
- 2) Kritische Reynoldszahl. ✓

(55) Regenschirm von $v = 20 \text{ m/s}$ erfasst. Hebelkraft senkrecht bei $C_A = 0,5$!



$$F_A = C_A \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_{\text{Proj}}$$

$$F_A = 0,5 \cdot \frac{1,2}{2} \cdot 400$$

Störung:

Regenschirm Fläche =

$$= 1 \text{ m}^2 \Rightarrow 1 \text{ m} \phi$$

→ Viertelkugel

Wie hier Flügelfläche verwenden?

(56) Gleich wie in (53)

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

$$C_R = \frac{1,382}{\sqrt{Re}}$$

$$Re = \frac{v \cdot L}{\nu}$$

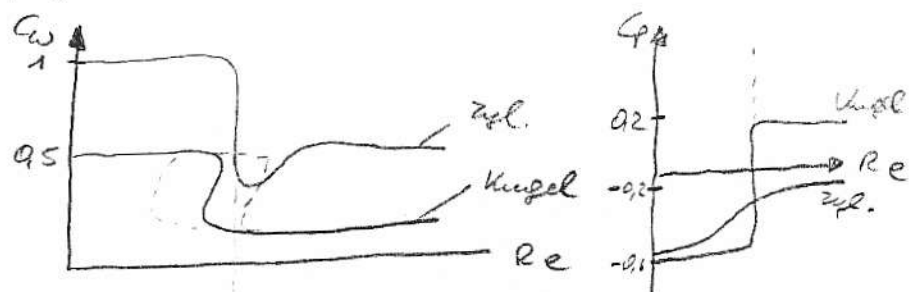
$$L \Rightarrow d \Rightarrow \frac{B}{\pi} = d$$

(57) Gleich wie (54)

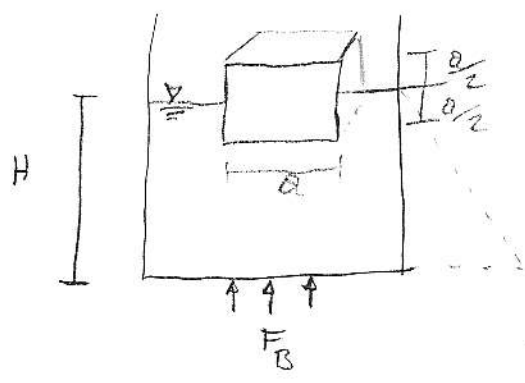
(58) Zeigen Sie den Unterschied im Basisdruck am Heck ~~und~~ Kugel und Zylinder.

Basisdruck am Heck: Auf der Rückseite! (Wo meist Unterdruck herrscht)

Rekrit = wenn $C_w = 0,3$!



(59) Berechne allg. Druckkraft einer Fl. bei einem bis zur Hälfte eingetauchten Würfel mit Kantenlänge Q auf Boden + Seitenwand?



$$p_B = \rho \cdot g \cdot h$$

$$h = H - \frac{Q}{2}$$

$$F_B = p_B \cdot A_B \quad A_B = Q^2$$

$$F_B = \rho \cdot g \cdot \left(H - \frac{Q}{2}\right) \cdot Q^2$$

$$p_m = \frac{p_B}{2}$$

$$F_A = \rho \cdot g \cdot V = \rho \cdot g \cdot Q \cdot Q \cdot \frac{Q}{2}$$

$$F_A = \rho \cdot g \cdot \frac{Q^3}{2}$$

$$F_s = p_m \cdot A$$

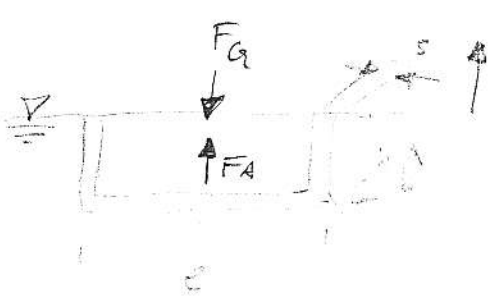
$$F_s = \frac{p_B}{2} \cdot A$$

$$F_s = \frac{\rho \cdot g \cdot H}{2} \cdot Q^2$$

$$F_s = \rho \cdot g \cdot z_s \cdot A = \rho \cdot g \cdot \frac{Q}{4} \cdot \left(Q \cdot \frac{Q}{2}\right) = \rho \cdot g \cdot \frac{Q^3}{8}$$

(60) Betonboden: $l = 200 \text{ m}$ $s = 0,4 \text{ m}$
 $b = 100 \text{ m}$ $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$
 $h = 5 \text{ m}$

(60)



$$F_{res} + F_A = F_G$$

$$\rho \cdot g \cdot V_w = m \cdot g$$

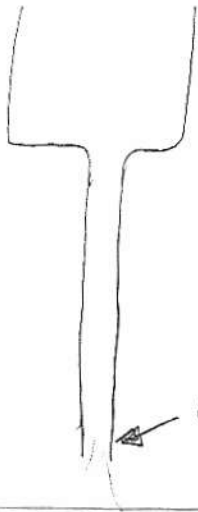
$$\rho_w \cdot g \cdot V_w = \rho_b \cdot V_b \cdot g$$

$$1000 \cdot 10 \cdot l \cdot b \cdot h = 2500 \cdot [l \cdot b \cdot h - (l - 2s) \cdot (b - 2s) \cdot (h - s)] \cdot 10$$

$$F_{res} + 1 \cdot 10^9 \text{ N} = 2,27 \cdot 10^8$$

$$F_{res} = -7,7 \cdot 10^8 \text{ N} \approx 770 \text{ MN}$$

- (61) Unter welchen Voraussetzungen und wo her bei Lage
 Folgender Variation entstehen? (61)



Variation tritt auf, wenn der
 Druck unterhalb der Siedetemperatur
 des Wassers fällt. Es entstehen
 Dampfblasen, die bei Druckanstieg
 schlagartig kollabieren.
 Es kommt zu Oberflächenrisiken!

- (62) Geben Sie die Werte der Temperatur und des Druckes für
 einen Normweg in 22 km Höhe an. Schätzen der Dichte etc! (62)

0 - 11 km	$\Rightarrow dt = -6,5 \text{ } ^\circ\text{C/km}$	} bei 22 km: <u><u>$-68,5 \text{ } ^\circ\text{C}$</u></u>
11 - 20 km	$\Rightarrow dt = 0 \text{ } ^\circ\text{C/km}$	
20 - 22 km	$\Rightarrow dt = +1,5 \text{ } ^\circ\text{C/km}$	

Wie komme ich auf Druck?

Druck: 40 hPa

Dichte: $0,0637 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

- (63) Nenne Voraussetzung für laminare, hydraulisch glatte und
 vollständig rauhe Strömung? (63)

Laminar: $Re_{krit} \approx 3 \cdot 10^5$

Hydraul. glatt: turbulente müssen unterhalb der laminaren Grenzschicht
 bleiben, Rauigkeit / Plattenlänge!

rau: $Re_{krit} \approx 5 \cdot 10^5$ bis $> 10^7$

Woher Experimente?

$Re \leq 2320 = Re_{krit}$

$Re \geq 2320, \nu_s \approx 0$

$Re > 2320, \nu_s > 0$

(64) $D = 1 \cdot 10^6 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$ $A = 0,01 \text{m}^2$

$\rho = 1000 \text{kg/m}^3$ $v = 2 \text{m/s}$

$W = c_w \cdot A \cdot \frac{\rho}{2} v^2$

c_w Kreisplatte $\approx 1,2$

HK $\approx 0,3$

Kugel $\approx 0,1$

PKW $\approx 0,25$

$W_a = 1,2 \cdot 20 \text{f}$

$W_b = 0,3 \cdot 20 \text{f}$

$W_c = 0,1 \cdot 20 \text{f}$

$W_d = 0,4 \cdot 20 \text{f}$

Wert sollte richtig sein statt der in der Lösung!

(65) Erläutern Sie die einzelnen Anteile am Strömungswiderstand eines mit 300 km/h fliegenden Flugzeugs.

- ~~1) Reibungswiderstand~~
- ~~2) Interferenzwiderstand~~
- ~~3) Druckwiderstand~~
- ~~4) Querschnittswiderstand~~

$F_w = c_w \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_{FL}$

↑ Widerstandsbeiwert

↓ Dichte / halbe

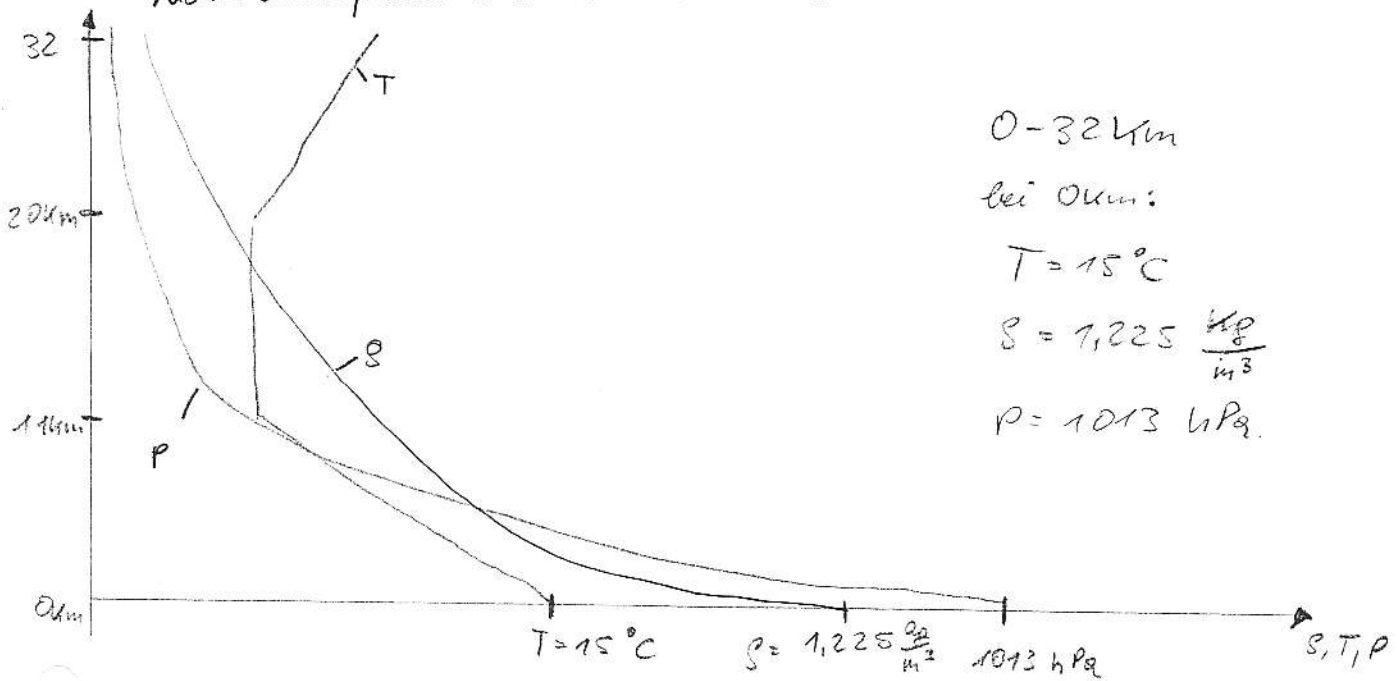
↙ Fläche des Flügels! = b · L

↘ Fluggeschw. in m/s

(66) Faktoren des Umschlagpunktes?

- 1) Rauheit der Platte
- 2) Turbulenzgrad
- 3) Reynold

(67) Skizzieren Sie den Verlauf von Temperatur, ρ und p in der Normatmosphäre bis 32 km Höhe: (67)



(68) Die Endfluggeschw. eines senkrecht nach unten fliegenden Fallschirmspringers mit $m = 100 \text{ kg}$ bei Schirmdurchmesser $= 10 \text{ m}$? (68)

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$m = 100 \text{ kg}$$

$$d = 10 \text{ m}$$

$$A = \pi \frac{d^2}{4} = 78,5 \text{ m}^2$$

$$c_w = 1,4 \text{ für Fallschirm}$$

$$F_g - F_A - W = 0$$

$$m \cdot g =$$

$$W = c_w \cdot \frac{\rho}{2} v^2 \cdot A_{\text{proj}}$$

$$v = \frac{2 m g}{c_w \cdot \rho \cdot A_{\text{proj}}} = \frac{2000}{1,4 \cdot 1,225 \cdot 78,5} =$$

$$\bar{v} = 3,85 \text{ m/s}$$

(69) Erweiterung der Koeffizientenwerte bei der Droppberechnung:

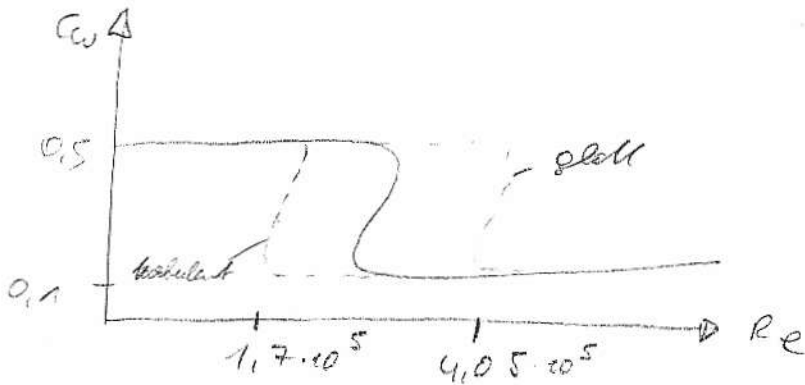
(69)

- a) Vollständiger Umströmung einer senkrechten Platte
 - b) Auströmung durch Fluidstrahl.
- Auströmungsberechnung durch Widerstandsweite
 → Berechnung erfolgt über den Turbulenz

(70) Worum fließt Ball mit rauher Oberfläche weiter als einer mit glatter? (anhand Diagramm)

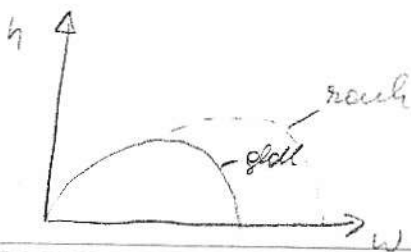
(70)

⇒ Umschlagpunkt $\begin{cases} 70^\circ \text{ bei glatt} \\ 120^\circ \text{ bei rauh.} \end{cases}$



$$Re = \frac{v \cdot L}{\nu}$$

Es beginnt sich früher abzulösen bei rauh und turbulent.



(71) Normale, absolut + rel. Druck in 10 m Wassertiefe an:

(71)

$$p_0 = 1,013 \text{ bar}$$

$$p_{rel} = 1 \text{ bar}$$

$$p_{abs} = p_0 + p_{rel} = 2,013 \text{ bar}$$

(72) Wie verhält sich die Dichte von Süß- und Salzwasser? Am Beispiel des Schwimmers Plastrücken.

(72)

$$m \cdot g = \rho_{süß} \cdot V_k \cdot h_k \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \rho_{süß} \ll \rho_{salz}$$

$$m \cdot g = \rho_{salz} \cdot V_k \cdot h_k \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{Auftrieb ist bei Salzwasser sehr viel größer!}$$

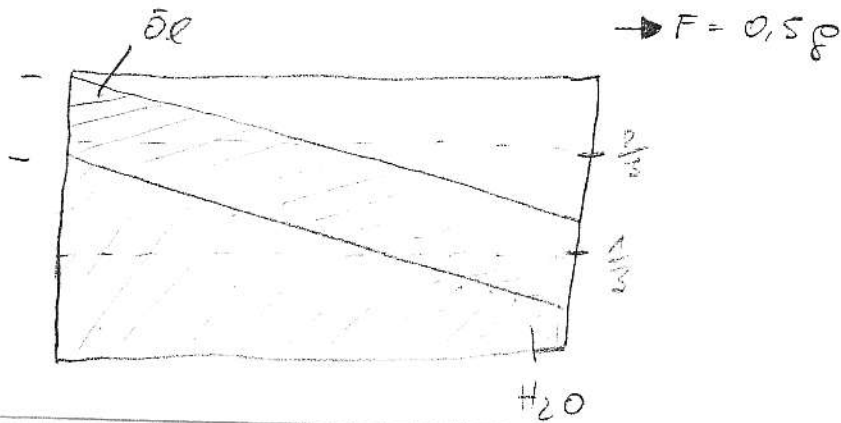
(73) $\frac{1}{3}$ Wasser

$\frac{1}{3}$ Haröl

Verzögerung $0,5g = 0,5 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$

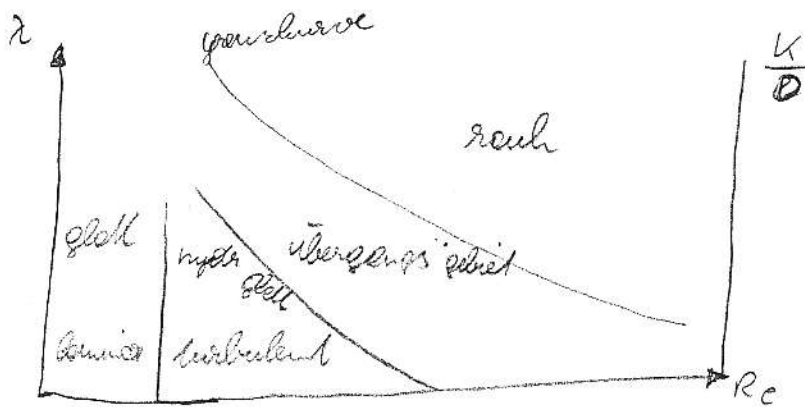
radius eines Schnittes mit der Lage der beiden Flüssigkeiten!

(73)



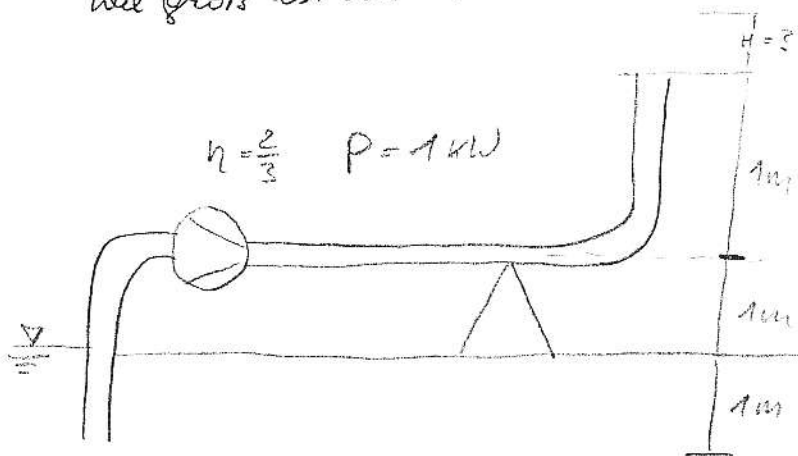
(74) Skizze eines Diagramms zur Ermittlung der Rohrreibung λ + Fülle laminar, reib, hydraulisch glatt.

(74)



(75) Wie hoch spritzt das Wasser aus der Rohrleitung mit Kurve? wie groß ist die vertikale Haltekraft des Rohres?

(75)



$$\dot{V} = \frac{2}{3} \cdot 10^{-2} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

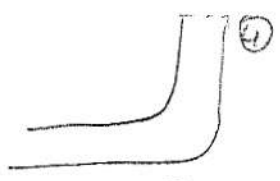
$h_H = 1 \text{ m}$ gesamte Haltekraft

$P_{theor.} = \frac{1}{0.6} = 1.3 \text{ kW}$

$P = \frac{W_t}{t}$

$\frac{m}{2} (v_2^2 - v_1^2) + \dot{m} \cdot g (h_2 - h_1) + V \cdot (P_2 - P_1) = W_t - E_{diss}$

Bernoulli:



$\frac{\rho}{2} v_4^2 + \rho \cdot g \cdot h_4 + P_4 = \frac{\rho}{2} v_5^2 + \rho \cdot g \cdot h_5 + P_5$

$h_5 = \frac{\frac{\rho}{2} v_4^2}{\rho \cdot g}$

$\dot{I} = \dot{m} \cdot v_4$

$\dot{m} = \rho \dot{V}$

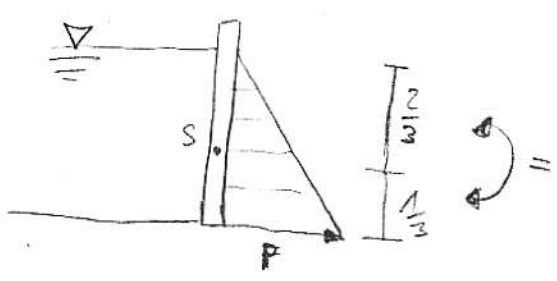
$\dot{I} = \rho \dot{V} \cdot v_4$

(76) Was passiert mit dem in Gleichgewicht befindlichen System wenn die Temperatur sinkt?

$F_g = F_A$

$\rho_{\text{Luft}} = 1.225 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \Rightarrow \text{bei } T \downarrow \Rightarrow \rho \downarrow$
es sinkt!

(77) Legen Sie den Drehpunkt der Klappe so, dass sie sich nicht dreht!



$p = \rho \cdot g \cdot h$

S = Drehpunkt damit es sich nicht dreht!

(78) Gebe hydraulischen Durchmesser für die Strömung im Schräg. Golt a (78)

$$d_{\text{hydr}} = 4 \frac{A}{U} = 4 \frac{(4a^2 - a^2)}{8a + 4a} = 4 \frac{3a^2}{12a} = a$$

(79) Unter welchen Bed. ist Rohrströmung hydraulisch glatt? (79)

- 1) Turbulenzen müssen außerhalb der laminar Grenzschicht liegen.
- 2) Oberfläche muss dem entsprechend glatt sein.
- 3) $Re > Re_{\text{krit}}$ ν_s sehr klein

(80) Berechne Geschw. in Wasserrohr, wenn am Prall-Rohr 125 hPa Druckdifferenz gemessen wird. (80)

$$p = \frac{\rho}{2} v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2p}{\rho}} = \sqrt{\frac{25000}{1000}} = 5 \text{ m/s}$$

(81) Fallschirmspringer: 2 km Höhe (81)

$$v_s = ? \quad \text{geg: } A_s = 75 \text{ m}^2$$

$$c_w = \frac{4}{3} \quad m_{\text{ges}} = 100 \text{ kg}$$

$$F_G - W = 0$$

$$m \cdot g - c_w \cdot \frac{\rho}{2} v^2 \cdot A = 0$$

$$v = \sqrt{\frac{2mg}{c_w \cdot \rho \cdot A}} = \sqrt{\frac{2000}{122,5}} = 4,04 \text{ m/s}$$

(82) Was ist im abgeschl. Teil der Quecksilberrohre? (82)

Quecksilberdampf!

(83) Was passiert wenn bei Taucher die Temperatur erhöht wird? (83)

ρ_L wird größer, aber archimed \Rightarrow bleibt an der Stelle!

$$F_A = G \quad \rho_L \text{ wird größer} \Rightarrow F_G < F_A \Rightarrow \text{steigt!}$$

(84) Kräftebilanz!

$$F_A = F_G$$

$$\rho_W \cdot V_K \cdot g = m \cdot g$$

$$\rho_W \cdot V_K \cdot g = \rho_L \cdot V_K \cdot g$$

(85) Waagrechte Rohrleitung (L, d) am Anfang p_1 . Flüssigkeitsspiegel $h = \text{const}$ über Rohrwerte wie groß ist λ ? (85)

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

$$Re = \frac{v \cdot L}{\nu}$$

$$\Delta p_R = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho}{2} v^2$$

$$p_2 - p_1 = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho}{2} v^2$$

$$\lambda = \frac{(p_2 - p_1)}{v^2} \cdot \frac{d}{L} \cdot \frac{2}{\rho}$$

(86) Geben Sie die 3 Erhaltungssätze für verströmte verlustfreie Düse $A_1 = 2A_2$. Wie groß ist ober auf die Eintrittsgeschw. bezogene Druckkoeffizient c_p an der Stelle 2? (86)

1) $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$ Konti

2) $\frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_1^2) + \rho \cdot g (h_2 - h_1) + p \cdot (v_2 - v_1) = 0$ Bernoulli

3) $m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2$ Impuls

$$c_p = \frac{\Delta p}{\frac{\rho}{2} v^2}$$

(87) Golf V $\Rightarrow A_{\text{proj}} = 0,72 \text{ m}^2$

(87)

$P = 77 \text{ kW}$

$v_{\text{max}} = 187 \text{ km/h} = 51,94 \text{ m/s}$

Wieviel Prozent der Leistung wird zur Überwindung des c_w benötigt
an einer Normalog?

Annahmen: $S_L = 1,225$
 $c_w = 0,3$

$$W = \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot c_w \cdot A_{\text{proj}} = \frac{1,225}{2} \cdot 51,94^2 \cdot \overbrace{0,3 \cdot 0,72}^{c_w \cdot A} =$$
$$= 1189,71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \cdot \text{m}^2 = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = \text{N}$$

$P = 77000 \text{ W} =$

$P = W \cdot v$

$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3} = \text{W}$
Wohin diese Formel?

$P_w = 1189,71 \cdot 52 = 62000 \text{ W}$

$x = \frac{P_w}{P} = \frac{62000}{77000} = 0,805 \approx 80\%$

(88) Was passiert wenn:

(88)

1) Zylinder rotiert?

2) bei ruhendem Zyl. Wasser nachgefüllt wird?

3) $T \uparrow$?

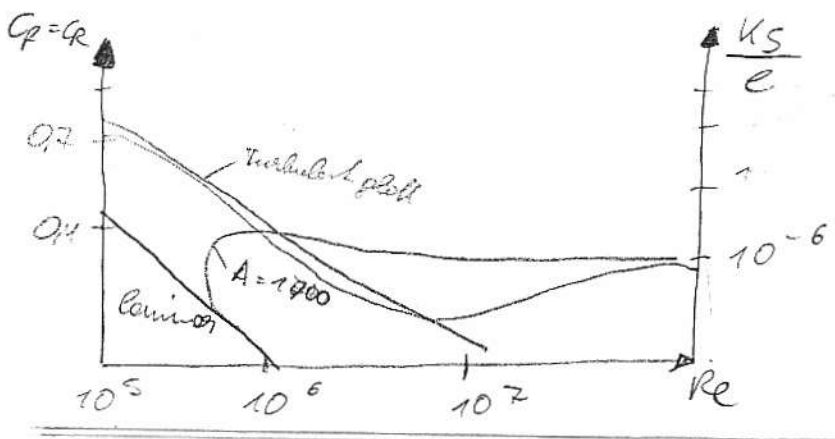
1)  , da es rotiert

2) Kugel bleibt an seinem Platz. $F_g = G$! ?

3) S_L wird größer $G > F_g \Rightarrow$ steigt. \checkmark

(89) Platte hat Umschlagpunkt bei $\frac{l}{2}$. Beschreibe in Diagramm die Bestimmung von $C_f = C_R$ für die gleiche Platte.

(89)



(90) Beschreibe, wie λ aus Platte λ ermittelt werden?

(90)

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad Re = \frac{v \cdot l}{\nu} \quad ?$$

(91) Wo liegt Unterschied zw. Platte + Rohr bei Re -Zahl?

(91)

$$Re = \frac{v \cdot l}{\nu} \text{ --- Platte} \quad Re = \frac{v \cdot d}{\nu} \text{ --- Rohr}$$

(92) Welche Art von Verlust wird mit ξ erfasst?

(92)

Hierbei werden der Verlust von Rohrkrümmungen erfasst. Dies sind Werte aus einer Tabelle, Erfahrungswerte.

- Krümmung
- schiefherter Krümmung
- Einlaufstücke
- Schieber in einem Rohr
- Drehelklappe
- Diffusor
- Einerschmittlungsstücke

(93) Kugel: $A_{\text{proj}} = 20 \text{ cm}^2$, $V_K = \frac{2}{3} \cdot d \cdot A$, $\rho_K = 7000 \text{ kg/m}^3$

93

$d = 5 \text{ cm}$

Wasser: $\nu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, $\rho_W = 1000 \text{ kg/m}^3$

$g = 10 \text{ m/s}^2$

a) Formulieren Sie Allgemein die Kräftebilanz für die ruhende Kugel in Fluid.

$F_A = F_G + F_{\text{res}}$

$F_{\text{res}} = F_A - F_G = V_K \cdot \rho_W \cdot g - m \cdot g =$
 $= V_K \cdot g \cdot (\rho_W - \rho_K)$

b) Berechne stationäre Sinkgeschw. bei $c_w = 0,5$

$W = c_w \cdot \frac{\rho_W}{2} \cdot v^2 \cdot A_{\text{proj}}$

$F_{\text{res}} = W = \frac{2}{3} \cdot 0,05 \cdot 2 \cdot 10^4 \text{ m}^2 \cdot 10 \cdot (1000 - 7000) =$
 $= 4111 \text{ N}$

ist Ergebnis in Lösung falsch?

$v = \sqrt{\frac{W \cdot 2}{c_w \cdot \rho_W \cdot A_{\text{proj}}}} = \sqrt{\frac{4111 \cdot 2}{500 \cdot 2 \cdot 10^4}} = 2,8 \text{ m/s}$

c) Ist diese Annahme richtig?

c_w Kugel bei ca. 0,3 also nicht ganz richtig

↳ 0,09 - 0,5

d) zwei weitere Kugeln eine sehr glatt, eine sehr rauhe. Welche ist weiter am Boden?

Die rauhe, da der Umströmungspunkt hier bei 120° liegt und die Strömung somit länger aufliegt!

(94) Wie ist C_p definiert?

Leite mit Bernoulli die Form $C_p = 1 - \left(\frac{v_{out}}{v_0}\right)^2$ ab.

(94)

$$C_p = \frac{(P_{inlet} - P_{outlet})}{\rho Q}$$

?

$$Q = \frac{\rho}{2} v^2$$

$$P_0 + \frac{\rho}{2} v_0^2 = P_{out} + \frac{\rho}{2} v_{out}^2$$

$$P_0 - P_{out} = \frac{\rho}{2} (v_0^2 - v_{out}^2)$$

(95)

$$W = C_w \cdot \frac{\rho}{2} v^2 \cdot A_{proj}$$

(95)

$$F_{W_{Zyl}} = 1 \cdot \frac{1}{2} \cdot 40^2 \cdot 0,5 = 400$$

$$F_{A_{Zyl}} = \cancel{\emptyset}$$

$$F_{W_g} = 400$$

$$F_{A_{Quader}} = \cancel{\emptyset}$$

?

$$F_{W_{Flügel}} = 0,1 \cdot \frac{1}{2} \cdot 40^2 \cdot 2 = \frac{400}{40?}$$

$$F_{A_{Flügel}} = 1 \cdot \frac{1}{2} \cdot 40^2 \cdot 0,5 = 400N$$

$$F_{W_{Auto}} = 0,3 \cdot \frac{1}{4} \cdot 40^2 = 140$$

$$F_{A_{Auto}} = 0,2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 40^2 \cdot 2 = 320N$$

(96) Wie ändert sich der Flüssigkeitsstand wenn der Eisblock geschmolzen ist. Bleibt Temperatur gleich?

(96)

Flüssigkeitsstand bleibt gleich

$$\rho_{EIS} < \rho_{H_2O}$$

Temperatur ↓

(97) Wie kann Rohrreibungskoeffizient λ ermittelt werden? H_2O , (97)

Rohr, L, d , Rohrlaufung $\xi_E = 0$, Druck p gemessen.

$$p_a = p_0$$

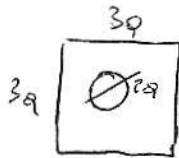
$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu} \quad \nabla \quad Re_{krit} = \frac{\rho}{\eta} v^2 = 3 \cdot 8 \cdot 4$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 8 \cdot 4}{3}}$$

λ bei Rohr:

$$\lambda = 0,0055 + 0,15 \sqrt{\frac{\nu}{v \cdot d}}$$

(98) $\sigma_{Hydr.} = ?$



$$A = 9a^2 - (\pi \frac{4a^2}{4})$$

$$\sigma_{Hydr.} = 4 \cdot \frac{A}{u} = 4 \cdot \frac{9a^2 - \pi a^2}{4 \cdot 3a + 2\pi a} = \frac{36a^2 - \pi a^2}{24\pi} =$$

$$= \frac{36 - \pi}{24\pi} \cdot a = 0,435 a$$

(99) $\frac{A_3}{A_1} = 2,18, 8, H$ Bestimme ξ_2 an der Stelle 2 + $v_3^2 \xi_2$ (g, H)

Annahme: $\alpha = 1,1 - 1,2 \Rightarrow \alpha = 1,15$

$$\xi_2 = \alpha \cdot \left[\frac{A_3}{A_1} - 1 \right]^2 = 1,15 \cdot 1^2 = 1,15$$

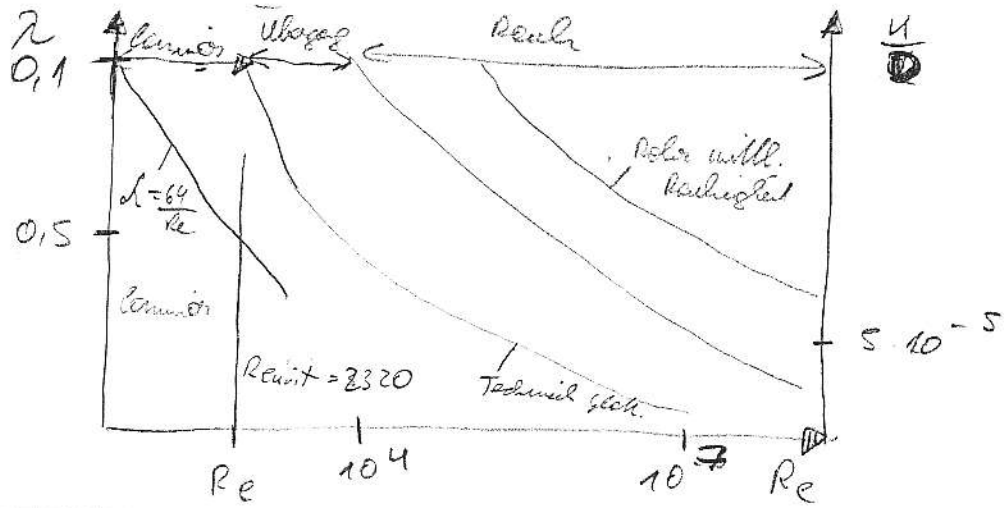
$v_3 = ?$

$$p_0 + \frac{\rho}{2} v_0^2 + \rho \cdot g \cdot H = \frac{\rho}{2} v_3^2 + \rho \cdot g \cdot h + p_3$$

$$v_3 = \sqrt{\frac{2 \cdot \rho \cdot g \cdot H}{\rho}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

(100) Skizze vom Moody-Diagramm

(100)



(101) Luft ($\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$, $\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$)

(101)

Werte ausfüllen.

2
0

	Geometrie	Standard	Re-Zahl	c_w -Wert	Widerstand	Auftrieb
Kugel	2					
	50					
Zyl.	2					
	50					
Flugzeug	2					
	50					
Auto	2					
	50					

$$Q = \frac{\rho}{2} v^2$$