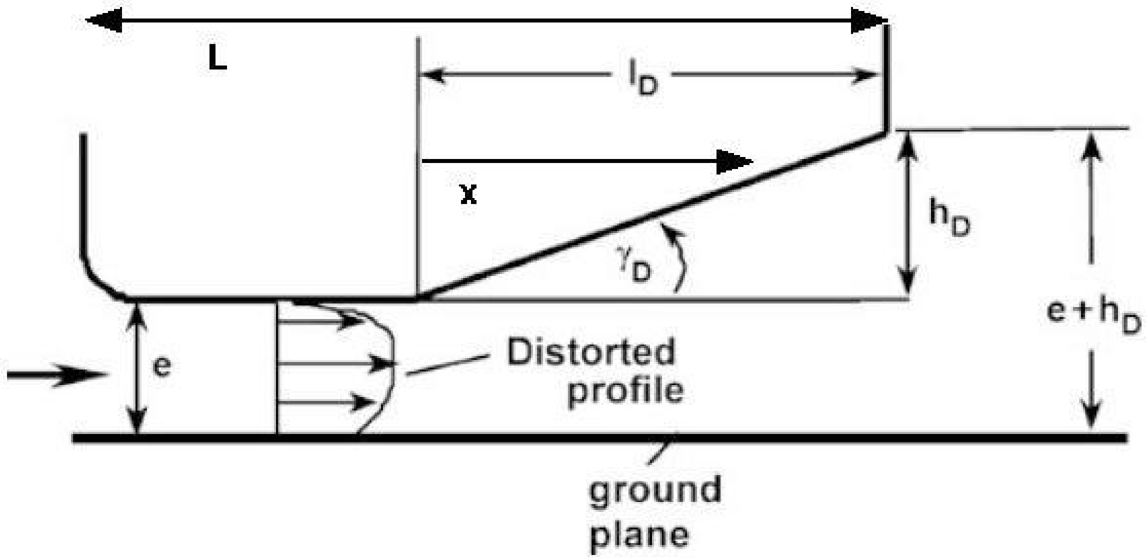
Übung 6



Am Unterboden eines Rennfahrzeuges ist ein Diffusor angebracht. Die Strömung sei reibungsfrei und der Winkel γ_D sei klein.

1. Berechnen Sie die Druckverteilung p(x) auf der Unterseite der oben dargestellten Konfiguration. Der Umgebungsdruck ist p_a. Die Dichte der Luft sei ϱ und die Anströmgeschwindigkeit u_∞. Der Volumenstrom/Breite zwischen Boden und Strasse ist $\dot{V}/B = u_\infty \cdot (e + h_D)$. Skizzieren Sie p(x).
2. Berechnen Sie die Abtriebskraft unter der Annahme, dass auf der Oberseite des Fahrzeugs Umgebungsdruck herrscht. Skizzieren Sie die Abtriebskraft als Funktion von e/h_D.

Übung 6

Kontinuität für $x < 0$:

$$\varrho u_\infty (e + h_D) = \varrho u_0 e \Rightarrow u_0 = u_\infty \frac{e + h_D}{e}$$

Kontinuität für $0 < x < l_D$:

$$\varrho u_\infty (e + h_D) = \varrho u(x)(e + h(x)) \Rightarrow u(x) = u_\infty \frac{e + h_D}{e + h(x)} = u_\infty \frac{e + h_D}{e + h_D \cdot \frac{x}{l_D}}$$

Bernoulli Unterboden:

$$p_a + \frac{1}{2}\varrho u_\infty^2 = p_u + \frac{1}{2} u_0^2$$

$$\Rightarrow p_u = p_a + \frac{1}{2}\varrho u_\infty^2 \left[1^2 - \left(\frac{e + h_D}{e} \right)^2 \right] = p_a + \frac{1}{2}\varrho u_\infty^2 \left[1 - \left(\frac{e/h_D + 1}{e/h_D} \right)^2 \right]$$

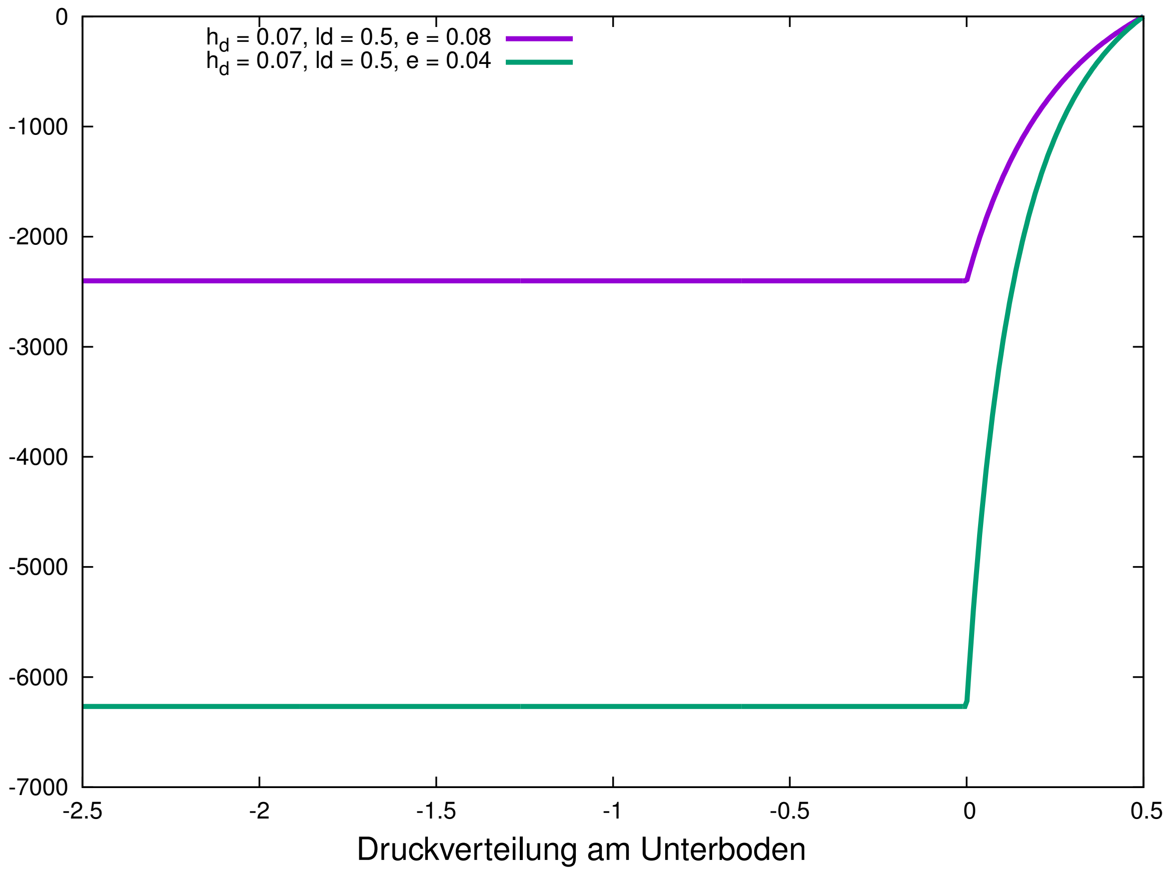
Bernoulli im Diffusor:

$$p_a + \frac{1}{2}\varrho u_\infty^2 = p(x) + \frac{1}{2}\varrho u_\infty^2 \left(\frac{e + h_D}{e + h_D \cdot \frac{x}{l_D}} \right)^2$$

$$\Rightarrow p(x) = p_a + \frac{1}{2}\varrho u_\infty^2 \left[1 - \left(\frac{e + h_D}{e + h_D \cdot \frac{x}{l_D}} \right)^2 \right] =$$

$$= p_a + \frac{1}{2}\varrho u_\infty^2 \left[1 - \left(\frac{e/h_D + 1}{e/h_D + \frac{x}{l_D}} \right)^2 \right]$$

Übung 6



0
-1000
-2000
-3000
-4000
-5000
-6000
-7000
-2.5
-2
-1.5
-1
-0.5
0
0.5
h_d = 0.07, ld = 0.5, e = 0.08
h_d = 0.07, ld = 0.5, e = 0.04
Druckverteilung am Unterboden

Abtriebskraft:

$$F_A = \frac{1}{2}\varrho u_\infty^2 \left[1^2 - \left(\frac{e+h_D}{e}\right)^2\right] B(L-l_d)+$$

$$+\frac{1}{2}\varrho u_\infty^2 B \int_0^{l_D} 1 - \left(\frac{e+h_D}{e+h_D\cdot\frac{x}{l_D}}\right)^2 dx$$

$$\Rightarrow F_A = \frac{1}{2}\varrho u_\infty^2 \left[1^2 - \left(\frac{e+h_D}{e}\right)^2\right] B(L-l_d)+$$

$$+\frac{1}{2}\varrho u_\infty^2 B \left[x + \frac{l_D}{h_D}\cdot\frac{(e+h_D)^2}{e+h_D\cdot\frac{x}{l_D}}\right]_0^{l_D}$$

Übung 6

Abtriebskraft:

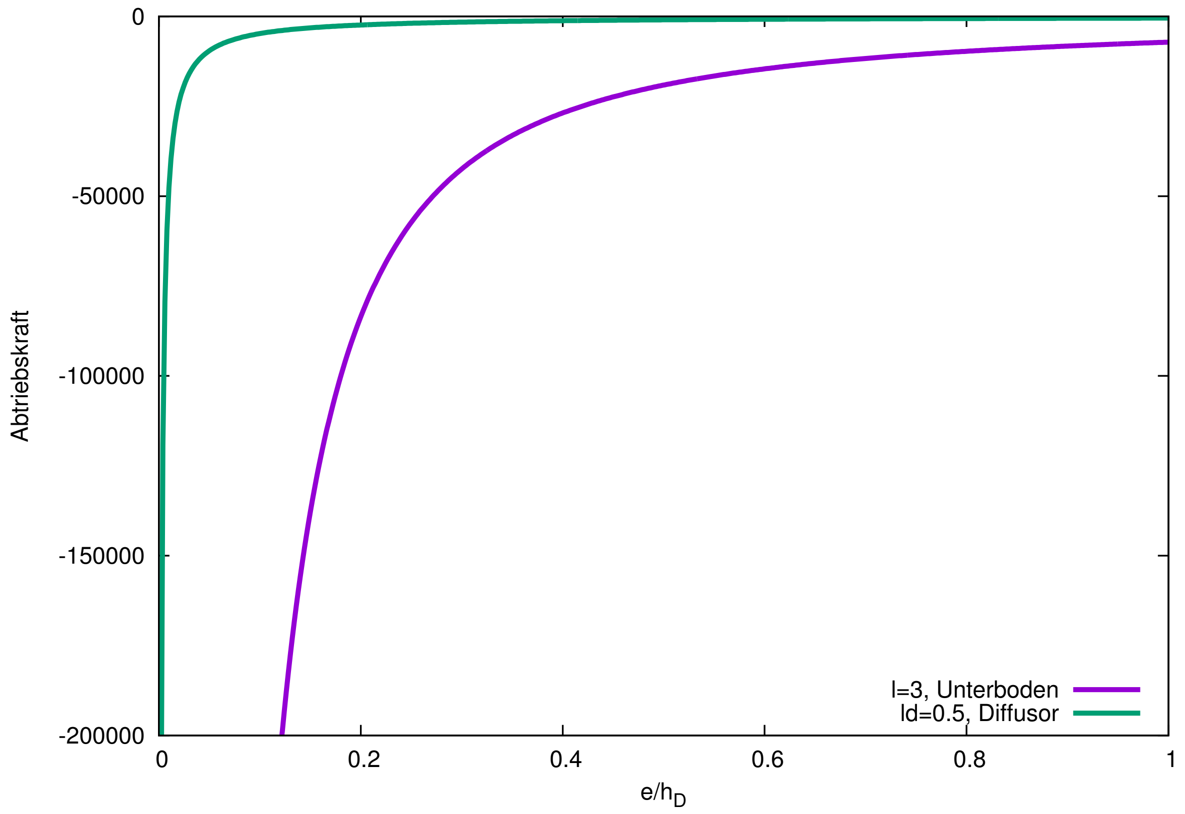
$$F_A = \frac{1}{2}\varrho u_\infty^2 \left[1 - \left(\frac{e + h_D}{e}\right)^2\right] B(L - l_d) +$$

$$+\frac{1}{2}\varrho u_\infty^2 B \left[l_D + \frac{l_D}{h_D} \cdot (e + h_D) - \frac{l_D}{h_D} \cdot \frac{(e + h_D)^2}{e}\right]$$

$$= \frac{1}{2}\varrho u_\infty^2 \left[1 - \left(\frac{e/h_D + 1}{e/h_d}\right)^2\right] B(L - l_d) +$$

$$+\frac{1}{2}\varrho u_\infty^2 B \left[l_D + l_D \cdot (e/h_D + 1) - l_D \cdot \frac{(e/h_D + 1)^2}{e/h_D}\right]$$

Übung 6



Abtriebskraft / [m] als Funktion von e/h_D