

7.3 Lavaldüse.

Eine Lavaldüse habe einen minimalen Durchmesser $A_{min} = 5 \text{ cm}^2$ und einen doppelt so großen Endquerschnitt, $A_e = 2A_{min}$. Ruhedruck und Ruhetemperatur vor der Düse sind durch $p_0 = 3 \text{ bar}$ und $T_0 = 300 \text{ K}$ gegeben, beim strömenden Medium handle es sich um ein ideales Gas mit $\kappa = 1,4$ und $c_p = 1005 \text{ J/kg K}$. In der Düse stehe ein senkrechter Verdichtungsstoß am Querschnitt $A_s = 6,25 \text{ cm}^2$.

Berechnen Sie mit Hilfe der Isentropentabelle den Druck p_e und die Machzahl M_e im Endquerschnitt.

Wir arbeiten mit der Isentropentabelle

$$\frac{A^*}{A_s} = \frac{5}{6.25} = 0.8$$

aus der ITB-ÜS folgt

$$\begin{aligned} \Rightarrow M &= 1.6 \\ \Rightarrow \frac{\hat{p}_0}{p_0} &= 0.895 \quad \rightarrow \hat{p}_0 = 2.685 \text{ bar} \end{aligned}$$

damit folgt

$$\begin{aligned} \frac{\hat{A}^*}{A^*} &= \frac{1}{\frac{\hat{p}_0}{p_0}} = 1.117 \quad \rightarrow \hat{A}^* = 5.59 \text{ cm}^2 \\ \frac{\hat{A}^*}{A_e} &= \frac{\hat{A}^*}{A^*} \cdot \frac{A^*}{A_e} = \frac{1}{0.895} \cdot \frac{1}{2} = 0.55866 \end{aligned}$$

wieder aus der ITB - diesmal US

$$\begin{aligned} \frac{p_e}{\hat{p}_0} &= 0.919941 \dots \approx 0.91994 \\ \Rightarrow p_e &= \frac{p_e}{\hat{p}_0} \cdot \frac{\hat{p}_0}{p_0} \cdot p_0 = 0.9199 \cdot 0.895 \cdot 3 \\ &= 2.4700 \dots \approx 2.47 \text{ bar} \\ \Rightarrow M_e &= 0.3476 \dots \approx 0.348 \end{aligned}$$