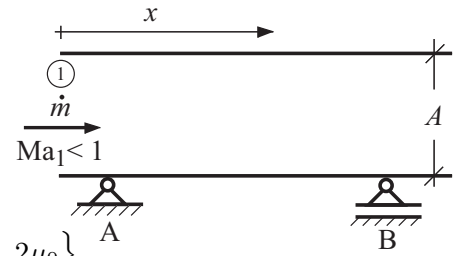


**Aufgabe 4 F16** (19 Punkte)

In ein Rohr konstanten Querschnitts tritt mit vorgegebenem Zustand 1 ein Gas ein. Die Strömungsgeschwindigkeit soll bei 1 stets kleiner als die lokale Schallgeschwindigkeit sein, jedoch sollen verschiedene Massenstromdichten  $\mu = \rho c$  eingestellt werden.

Annahmen: Die Strömung soll als eindimensionale, stationäre Strömung eines idealen Gases mit konstanten spezifischen Wärmen approximiert werden. Das Rohr sei adiabat. Durch Reibung des Gases mit der Rohrwand entsteht ein Druckverlust über die Lauflänge  $x$ .

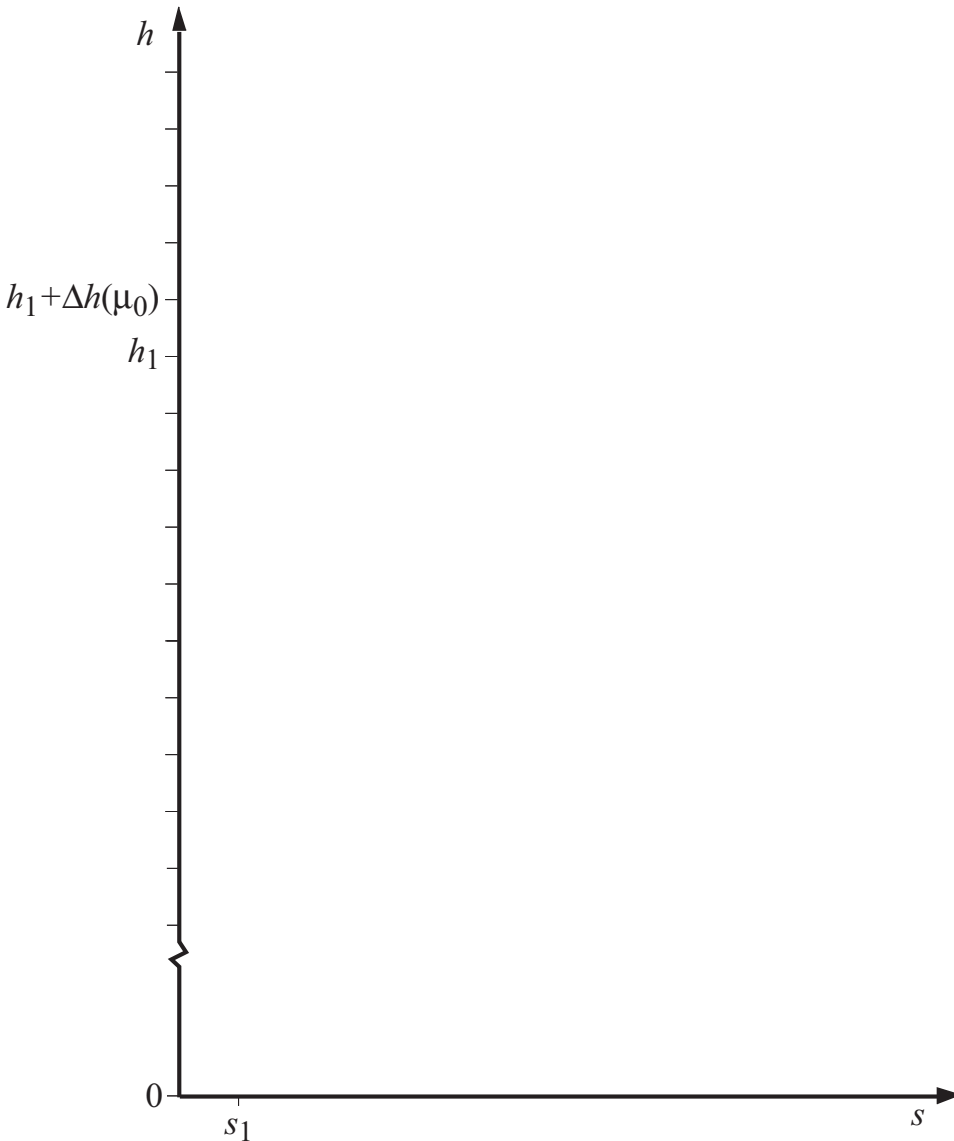
Geg.:  $h_1, s_1, \rho_1, Ma_1 < 1, A, \mu_0, R, \kappa$



Ges.:

Für die vier unterschiedlichen Massenstromdichten  $\mu = \left\{ \approx 0, \mu_0, \frac{3}{2} \mu_0, 2\mu_0 \right\}$

- Berechnen Sie die vier Ruheenthalpien  $h_t(\mu)$  und die Differenzen  $\Delta h(\mu) = h_t(\mu) - h_1$ !
- Tragen sie den Eintrittszustand 1 sowie die Ruheenthalpien und die Differenzen  $\Delta h(\mu)$  sorgfältig ins  $h, s$ -Diagramm ein!
- Berechnen Sie die kritischen Enthalpien  $h^*(\mu)$  für die drei nicht trivialen Fälle und tragen Sie diese sorgfältig ins Diagramm ein!



- Skizzieren Sie zu den vier Massenstromdichten sorgfältig die Ortskurven für die über die Lauflänge  $x$  erreichbaren Strömungszustände!
- Welche Bedingung muss die kritische Enthalpie  $h^*(\mu)$  erfüllen, damit eine Unterschallströmung im Rohr möglich ist? Bestimmen sie mit diesem Kriterium die maximal zulässige Massenstromdichte  $\mu$ !
- Was bedeutet das Ergebnis aus e) für die Abhängigkeit der maximal zulässigen Rohrlängen von der Massenstromdichte?
- Leiten Sie für ein Rohr mit kritischer Länge eine Formel zur Berechnung der Haltekraft im Festlager A her!

Hinweis: Setzen Sie voraus, dass alle Zustandsgrößen am Rohraustritt bekannt sind.