

Thermodynamik II Aufgabe 4.3s

Thema: *Strömungen kompressibler Medien, reibungsfreie diabate Kanäle, Rayleigh-Kurve*

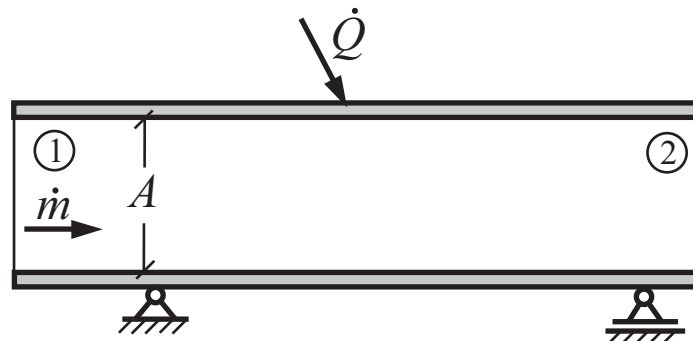
In ein Rohr strömt überhitzter Wasserdampf des Zustandes 1 ein. Die Rohrstrecke soll über die Rohrlänge verteilt beheizt oder gekühlt werden.

Annahme: Reibungskräfte zwischen Gas und Rohrwand sollen vernachlässigt werden. Der Wasserdampf kann als ideales Gas konstanter spezifischer Wärmen betrachtet werden.

Geg.: p_1, T_1, c_1, R, κ

Zahlenwerte:

$$p_1 = 30 \text{ bar}, T_1 = 600 \text{ K}, c_1 = 360 \text{ m/s}, R = 205 \text{ J/(kg K)}, \kappa = 1,3$$



Ges.:

- Formulieren Sie die Massenbilanz, die Impulsbilanz und die Energiebilanz!
- Bestimmen Sie den Massenstrom pro Fläche!
- Bestimmen Sie die Rayleigh-Kurve für den überhitzten Dampf!¹⁾
Tragen Sie die Rayleigh-Kurve zusammen mit Linien konstanter Enthalpie und Entropie qualitativ in ein p, v -Diagramm ein und konstruieren Sie darauf aufbauend sorgfältig die Rayleigh-Kurve im h, s -Diagramm!
- Diskutieren Sie die Diagramme sorgfältig:
Welche Schlussfolgerung sind aus diesen Zusammenhängen zu ziehen, wenn berücksichtigt wird, dass die Strömung nicht adiabat ist?
Insbesondere:
Wie entwickelt sich die Unterschallströmung in Strömungsrichtung?
Wie würde sich eine Überschallströmung entwickeln?
Kann eine Überschallströmung den Maximalwert der Enthalpie erreichen?
Kann der Massenstrom durch ein beliebig langes Rohr gefördert werden?
- Durch Heizen der Rohrstrecke lässt sich die Enthalpie nur bis auf einen Maximalwert erhöhen. Wie groß ist die Machzahl beim Maximalwert der Enthalpie für ein ideales Gas?
- Wie groß ist die Machzahl am Punkt maximaler Entropie?
Ist für dieses Ergebnis die Annahme eines idealen Gases Voraussetzung? Begründung!

¹⁾Die Rayleigh-Kurve ist die Ortskurve der möglichen thermodynamischen Zustände, für die Massen- und Impulsbilanz erfüllt sind.