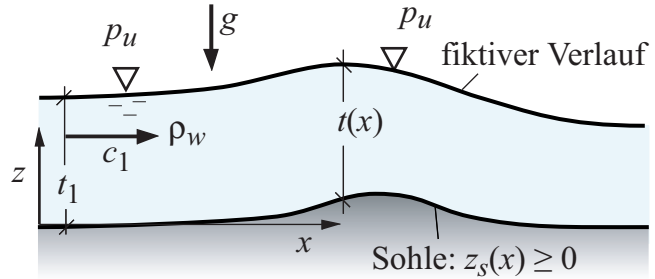


Thermodynamik II Aufgabe 3 (Teil 1) F12

In einem Kanal, dessen Sohle Unebenheiten aufweist, strömt Wasser an der Stelle 1 weit stromauf der Unebenheit mit gegebener Geschwindigkeit c_1 . Durch die Unebenheit ändert sich auch die Wassertiefe und damit die Kontur der Oberfläche. Das Gerinne führt einen auf die Breite B bezogenen Volumenstrom $\mu = \dot{V}/B$

Annahmen:

Wasser soll als ideale, inkompressible Flüssigkeit mit konstanter Wärmekapazität betrachtet werden. Die Geschwindigkeitsverteilung über den Querschnitt sei bei jedem x räumlich und zeitlich konstant: $c = c(x)$.



Reibung und jeglicher Wärmeaustausch zwischen Wassers und Umgebung sei vernachlässigbar.

Geg.: $\rho_w, t_1, \mu, z_s(x), \vec{g}, (p_u)$

Ges.:

a) Bestimmen Sie für eine beliebige Stelle x die Zunahme des Druckes $p(x, z)$ im Wasser als Funktion der Koordinate z !

b) Zeigen Sie, dass an der Oberfläche oder an der Sohle gilt:

$$t(x) + \frac{\mu^2}{2g t^2(x)} + z_s(x) = \text{const} \stackrel{!}{=} \tau_0$$

Hinweis: Die spezifische innere Energie u des Wassers ist im gesamten Strömungsfeld konstant. Der Nachweis kann durch die Impulsbilanz erbracht werden, siehe dazu Unterpunkt e).

c) Bestimmen Sie für die Funktion

$$\tau(t) = t + \frac{\mu^2}{2g t^2}$$

für ein gegebenes μ

- den Grenzwert $\lim_{t \rightarrow 0} \tau$,

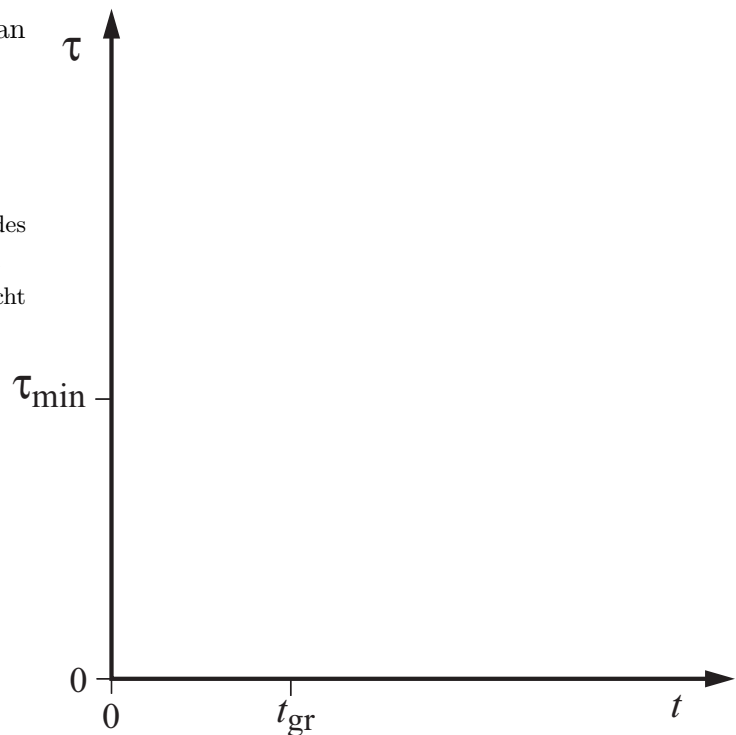
- die Asymptote $\lim_{t \rightarrow \infty} \left(\frac{\tau}{t} \right)$

- sowie das lokale Minimum τ_{\min} und den Wert t_{gr} am Minimum!

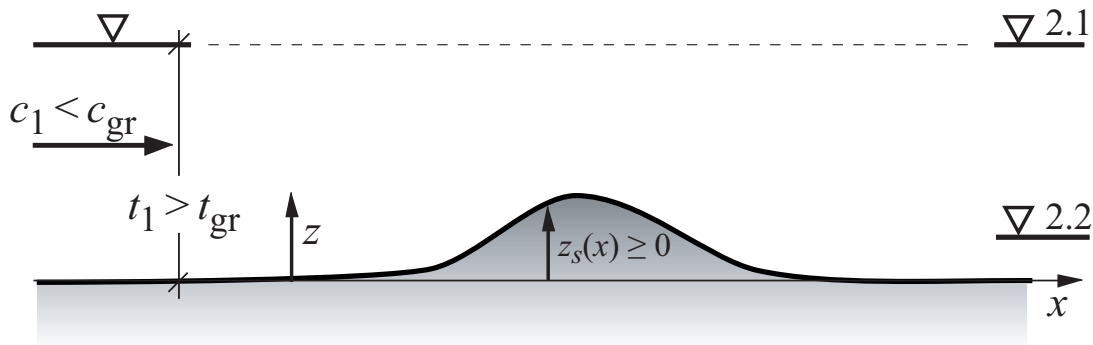
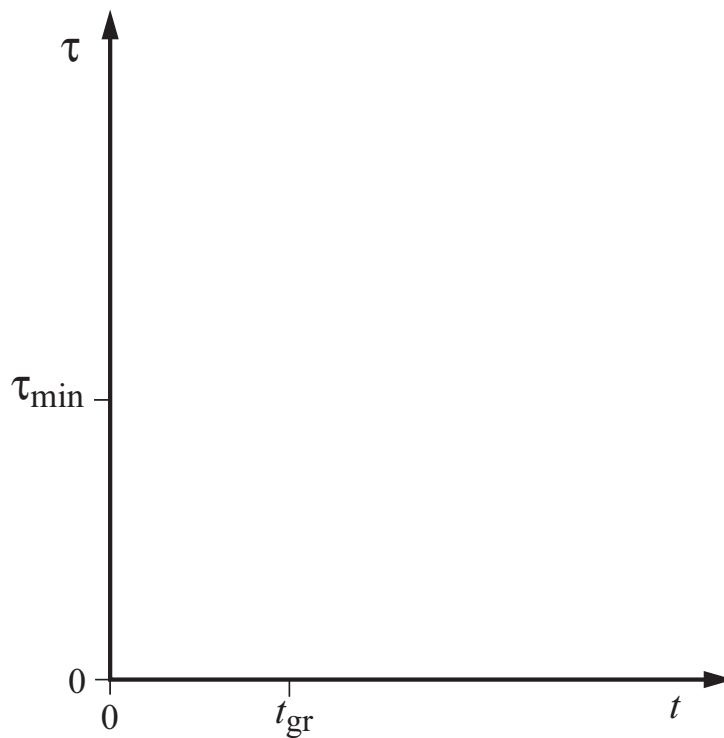
- Skizzieren Sie $\tau(t)$ im gegebenen Diagramm!

d) Wie groß ist $c_{\text{gr}}(t = t_{\text{gr}})$?

e) Zeigen Sie mit der Impulsbilanz, dass die innere Energie u in der Strömung konstant bleibt!



Thermodynamik II Aufgabe 3 (Teil 2) F12



f) Skizzieren und diskutieren Sie den Verlauf der Spiegelhöhe $t(x)$ über der eingezeichneten Sohle, wenn die Strömung an der Stelle 1 eine Geschwindigkeit $c_1 < c_{gr}$ aufweist und die Sohle wie eingezeichnet von $z_s = 0$ ansteigt und dann wieder auf $z_s = 0$ abfällt!

1. für den Fall, dass $t_{2.1} > t_{gr}$
2. für den Fall, dass $t_{2.2} < t_{gr}$

Tragen Sie die Punkte 1 und 2.1 bzw. 2.2 sowie die Energieanteile in Ihr τ, t -Diagramm ein!
Welche Bedingung muss für 2.1 und 2.2 an den Verlauf der Sohle gestellt werden?

Was passiert Ihrer Meinung nach für $t_{2.3}$ mit $t_{2.2} < t_{2.3} < t_{2.1}$?

g) Nennen Sie einen analogen Vorgang! Führen Sie tabellarisch vergleichbare Eigenschaften der beiden Strömungsphänomene auf!