

## Aufgabe 1 Thermodynamik I H12

Ein verschlossener kugelförmiger Brennstofftank aus Kunststoff mit Elastizitätsmodul  $E$  und Leervolumen  $V_0$  ist mit einer Masse  $m_B$  an Brennstoff befüllt worden und enthält im Füllzustand noch dampfförmige Luft. Nach dem Füllen, Zustand 1, steht der Tank unter dem Drucke  $p_1$  und dehnt sich auf das Volumen  $V_1$  aus, dabei liegt der Brennstoff in Teilen flüssig und gasförmig vor.

Der geschlossene Tank ist der Sonne ausgesetzt und erhitzt sich von der Temperatur  $\vartheta_1$  auf die Temperatur  $\vartheta_2$ , so dass ein weiterer Teil des Brennstoffes verdampft. Durch den steigenden Innendruck dehnt sich der Tank dabei auf ein größeres Volumen.

Annahmen: Die Ausdehnung des Tanks sei ideal elastisch (verlustlos). Die Wärmedehnung des Tankmaterials und seine Wärmekapazität seien zu vernachlässigen. Das System sei stets im Gleichgewicht. Die Löslichkeit von Luft in der flüssigen Phase soll vernachlässigt werden und die Gasphase als Mischung idealer Gase mit konstanter Wärmekapazität betrachtet werden.

geg.:  $m_B, V_0, V_1$  mit  $V_0 < V_1$ ,  $\vartheta_1 = \vartheta_u, \vartheta_2, p_u, \vartheta_u, R_L, c_{p,L}, E, (\vec{g})$

Zustandsdaten des Brennstoffes im Nassdampfgebiet:  $p_{\text{sat}}, \vartheta_{\text{sat}}, v', v'', h', h'', s', s''$

Zusammenhang von Innendruck  $p$  und Volumen  $V$  des Tanks:  $p = p_u + \frac{4E}{3} \ln\left(\frac{V}{V_0}\right)$

ges.:

- a) Tragen Sie die Zustandsänderung  $1 \rightarrow 2$  des Brennstoffes qualitativ, aber sorgfältig in ein  $p, v$ -Diagramm ein!

Bestimmen Sie

- b) den Partialdrucke  $p_{B,1}$  und  $p_{L,1}$  von Brennstoff und Luft im Zustand 1,  
 c) den Dampfgehalt  $x_{B,1}$  und die Massen  $m'_{B,1}$  und  $m''_{B,1}$  an flüssigem und gasförmigem Brennstoff,  
 d) die im Tank eingeschlossene Masse  $m_L$  Luft,  
 e) die Masse  $\Delta m_{12} = m''_{B,2} - m''_{B,1}$  des verdampfenden Brennstoffes beim Prozess  $1 \rightarrow 2$ ,  
 f) die beim Prozess  $1 \rightarrow 2$  vom Tank insgesamt aufgenommene Wärmemenge  $Q_{12}$ ,  
 Hinweis für f) und g): Auftretende Integrale müssen nicht ausgerechnet werden!  
 g) die in der Tankhülle gespeicherte elastische Energie  $\Delta E_{\text{elast}}$ !

