

Beispiel - Druckhaltung

Die Heizungsanlage einer Schule soll umgerüstet werden. Es sollen NT-Kessel mit einer maximalen Vorlauftemperatur von 75°C eingebaut werden. Desweiteren soll die offene Anlage mit hochliegendem AG auf ein geschlossenes System mit Membran-Ausdehnungsgefäß (MAG) umgestellt werden.

Besichtigungen vor Ort und Überschlagsrechnungen haben gezeigt, dass die Rohrleitungen und die Radiator-Heizflächen sehr "großzügig" bemessen sind. Sie sollen Berechnungen zum MAG ausführen.

Dazu sind folgende Daten zugrunde zu legen:

- $\dot{Q}_K = 420 \text{ kW}$
- $h_{\text{geo}} = 11 \text{ m}$
- $p_0 = 0,5 - 1,0 - 1,5 - 2,0 \text{ bar}$ (laut Katalog)
- $p_{\text{sv}} = 3 \text{ bar}$

Weitere benötigte Daten sind von Ihnen sinnvoll anzunehmen.

Folgende Teilaufgaben sind zu bearbeiten:

1. Das MAG-Volumen, das mindestens eingebaut werden muss, ist zu bestimmen.
2. Die Grenzen des Fülldrucks der Anlage (p_{amin} , p_{amax}) sind zu ermitteln, wenn ein Gefäß mit 2000 l Inhalt eingebaut wird.

Lösung 1)

Anlagenvolumen

- 20 l/kW gewählt, da in der Aufgabenstellung die "großzügige" Auslegung erwähnt wurde
- $\frac{V_A}{\dot{Q}} = 20 \frac{\text{l}}{\text{kW}}$
- $V_A = 20 \frac{\text{l}}{\text{kW}} \cdot 420 \text{ kW} = 8400 \text{ l}$

spez. Volumen v_1 beim Füllen

- $v_1 = 1 \text{ dm}^3/\text{kg}$

spez. Volumen v_2 bei 75°C ($t_v = 75^\circ\text{C}$)

- $v_{75^\circ\text{C}} = 1,026 \text{ dm}^3/\text{kg} \Rightarrow n = 2,6 \%$ (Ausdehnung)

Vordruck

- $p_0 = 1,5 \text{ bar}$
- $p_e = 3,0 \text{ bar} - 0,5 \text{ bar} = 2,5 \text{ bar}$

Wasservorlage

- $V_V = 0,005 \cdot V_A = 42 \text{ l}$

Ausdehnungsvolumen

- $V_e = 2,6 \cdot \frac{V_A}{100} = 218,4 \text{ l}$
- $V_{n\min} = (V_V + V_e) \cdot \frac{p_e + 1\text{bar}}{p_e - p_0} = (42 \text{ l} + 218,4 \text{ l}) \cdot \frac{(2,5 + 1)\text{bar}}{(2,5 - 1,5)\text{bar}}$
- $V_{n\min} = 911,4 \text{ l}$

Lösung 2)

Mindestdruck

- $p_{\text{amin}} = \frac{V_n \cdot (p_0 + 1\text{bar})}{V_n - V_V} - 1\text{bar}$
- $p_{\text{amin}} = \frac{2000 \text{ l} \cdot (1,5 + 1)\text{bar}}{2000 \text{ l} - 42 \text{ l}} - 1\text{bar}$
- $p_{\text{amin}} = 1,554 \text{ bar}$

Maximaldruck

- $p_{\text{amax}} = \frac{(p_e + 1\text{bar})}{1 + \frac{V_e \cdot (p_e + 1\text{bar})}{V_n \cdot (p_0 + 1\text{bar})}} - 1\text{bar}$
- $p_{\text{amax}} = \frac{(2,5 + 1)\text{bar}}{1 + \frac{218,4 \text{ l} \cdot ((2,5 + 1)\text{bar})}{2000 \text{ l} \cdot ((1,5 + 1)\text{bar})}} - 1\text{bar}$
- $p_{\text{amax}} = 2,036 \text{ bar}$

Differenz

- $p_{\text{amax}} - p_{\text{amin}} = 0,482 \text{ bar} > 0,2$

Das Ergebnis ist in Ordnung.