Aufgabenstellung

Für einen direkt-einspritzenden 4-Takt-Dieselmotor, der in einem Lastpunkt betrieben wird, soll ein Turbolader für Stauaufladebetrieb ausgelegt werden.

Folgende Daten des Motors sind bekannt:

Hubvolumen	2 L
Drehzahl	2000 Upm
Gewünschter Ladedruck	2,5 bar
Gewünschte Ladelufttemperatur	55 °C
Abgastemperatur vor Turbine	630 °C
Stöchiometrischer Luftbedarf	14,7
Verbrennungsluftverhältnis	1,4
Eff. Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors	42 %
Heizwert Dieselmotor	42,6 MJ/kg

Vom Turbolader werden folgende Betriebsdaten erwartet:

Mechanischer Wirkungsgrad	98 %
Isentroper Turbinenwirkungsgrad	76 %
isentropen Verdichterwirkungsgrad	74 %

Ferner wird gefordert, dass die Verdichteraustrittstemperatur 155 °C nicht überschreiten soll, um einen kleinen Ladeluftkühler vorsehen zu können. Die Umgebungszustände sind 1,0 bar Druck und 20 °C Temperatur (näherungsweise auch die Verdichtereintrittstemperatur).

(Stoffwerte: $\varrho_{\text{Luft}} = 1,4$; $\varrho_{\text{Abgas}} = 1,35$; $R_{\text{Luft}} = R_{\text{Abgas}} = 287 \text{ J/kgK}$; $c_{p,\text{Luft}} = 1 \text{ kJ/kgK}$; $K_1=1,10204$)

$$\Pi_K = \frac{p_2}{p_1} = \left\{ 1 + \frac{m_T}{m_K} K_1 \frac{T_3}{T_1} \eta_{TL} \left[1 - \left(\frac{p_4}{p_3} \right)^{(\kappa_A - 1) / \kappa_A} \right] \right\}^{\kappa_L / (\kappa_L - 1)}$$

Berechnen Sie:

1. Den Verdichtermassenstrom.
2. Den Turbinenmassenstrom.
3. Die Motorleistung bei einem eff. Wirkungsgrad von 42%
4. Die innere Verdichterantriebsleistung (unter Berücksichtigung des isentropen Verdichterwirkungsgrades).

Zusatz:

5. Das erforderliche Turbinendruckverhältnis.

Zu vermittelnde Ziele:

Ziele und Wirkungsweise der Aufladung, Auswirkungen auf den Motorbetrieb und die Verbrennung, Energieverteilung am Turbolader, Leistungsbedarf für die Aufladung, Energieerhaltung