

HP 2005/06-5: Dampfkraftwerk

HP 2005/06-5: Dampfkraftwerk

Teilaufgaben:

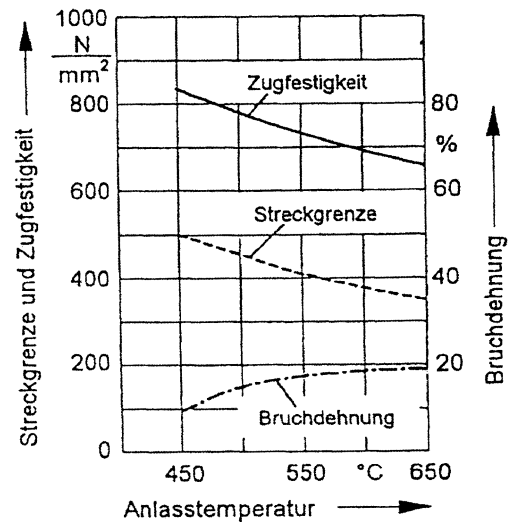
Energietechnik

Ein Dampfkraftwerk fährt den Dampferzeuger vom Zustand 1 (300 bar; 27°C) isobar auf den Zustand 2 (527°C). Der Dampf wird im Hochdruckteil der Turbine auf Zustand 3 (50 bar; 327°C) entspannt. Anschließend wird er isobar auf Zustand 4 (477°C) zwischenüberhitzt. Im Mitteldruckteil der Turbine wird er dann auf Zustand 5 (10 bar; 277°C) entspannt. Danach strömt der Dampf in die Niederdruckturbine und anschließend in den Kondensator, Zustand 6 (0,04 bar; Wassergehalt 10%).

Teilaufgaben:	Punkte
1 Zeichnen Sie den vollständigen Dampfprozess in das beiliegende T-s-Diagramm und markieren Sie die Zustände 1 bis 6.	4,0
2 Berechnen Sie die zugeführte spezifische Wärmemengen zwischen den Zuständen 1 und 2, sowie den Zuständen 3 und 4. Die Zustandsänderungen dürfen dabei als Geraden angenommen werden.	6,0
3 Warum wird der Dampf zwischenüberhitzt ?	2,0
4 Warum darf der Wassergehalt am Turbinenausgang 10% nicht überschreiten?	2,0

Werkstoffe

- 5 Die Wellen der Speisewasserpumpe sind aus dem Werkstoff C45 gefertigt. 4,0
- 5.1 Skizzieren Sie die Abkühlkurve von C45 ausgehend von der Schmelze bis zur Raumtemperatur. Geben Sie die Temperaturen der Knick- und Haltepunkte an. 2,0
- 5.2 Skizzieren Sie das Gefügeschaubild des Wellenwerkstoffes im normalisierten Zustand bei Raumtemperatur. Beschriften Sie die Gefügebestandteile. 6,0
- 6 Für den Einsatz der Wellen in der Speisewasserpumpe wird neben hoher Zugfestigkeit eine Bruchdehnung von 15% gefordert. 4,0
- 6.1 Welches Wärmebehandlungsverfahren ist dazu notwendig?
Beschreiben Sie unter Angabe der Temperaturen die einzelnen Verfahrensschritte.
- 6.2 Die Lagerstellen der Welle erfordern eine hohe Verschleißfestigkeit. Nennen und beschreiben Sie das notwendige Wärmebehandlungsverfahren.



Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

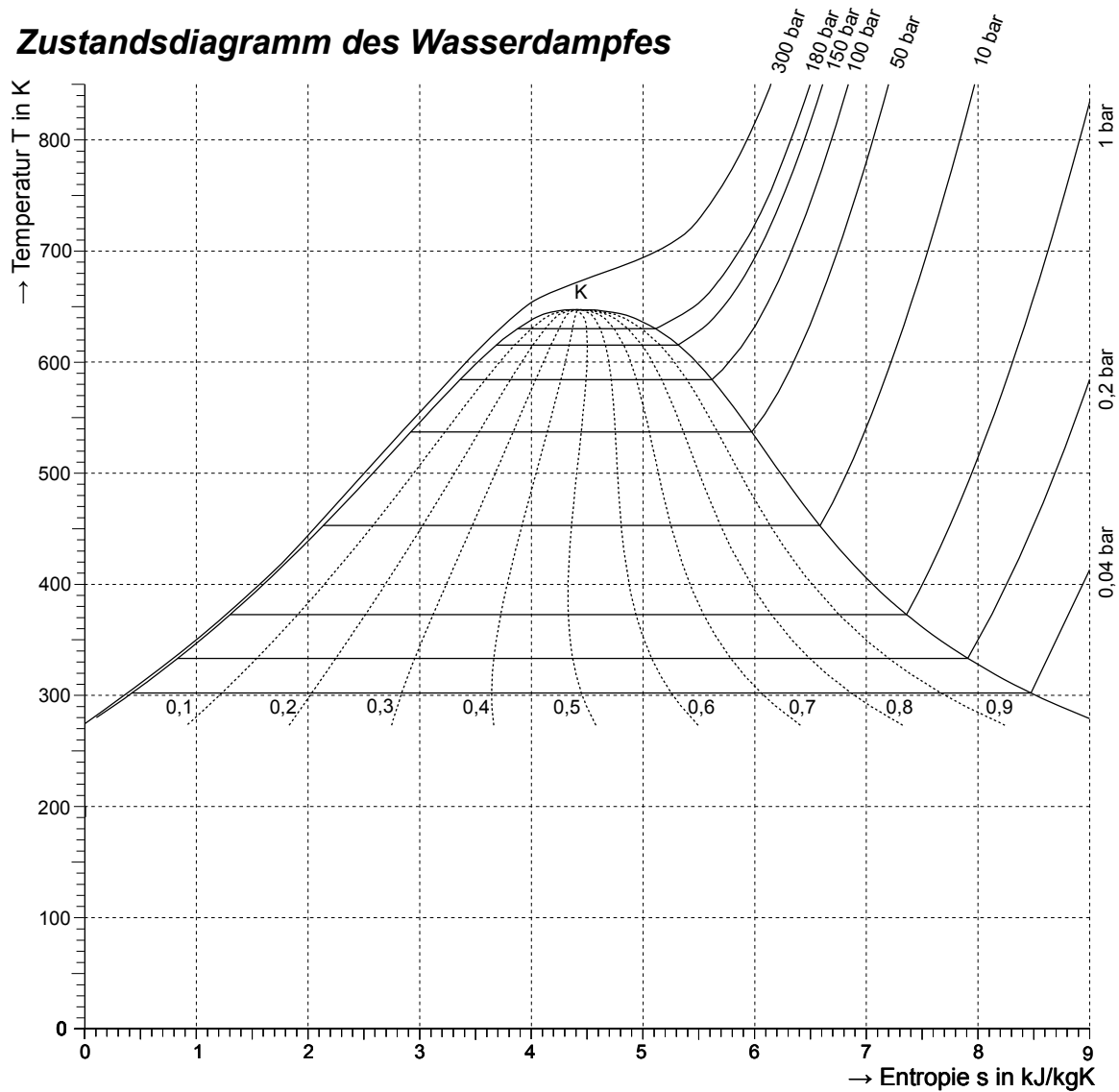
Σ = 30,0

HP 2005/06-5: Dampfkraftwerk

Arbeitsblatt

zur Aufgabe 1

Zustandsdiagramm des Wasserdampfes



HP 2005/06-5: Dampfkraftwerk

Lösungsvorschlag

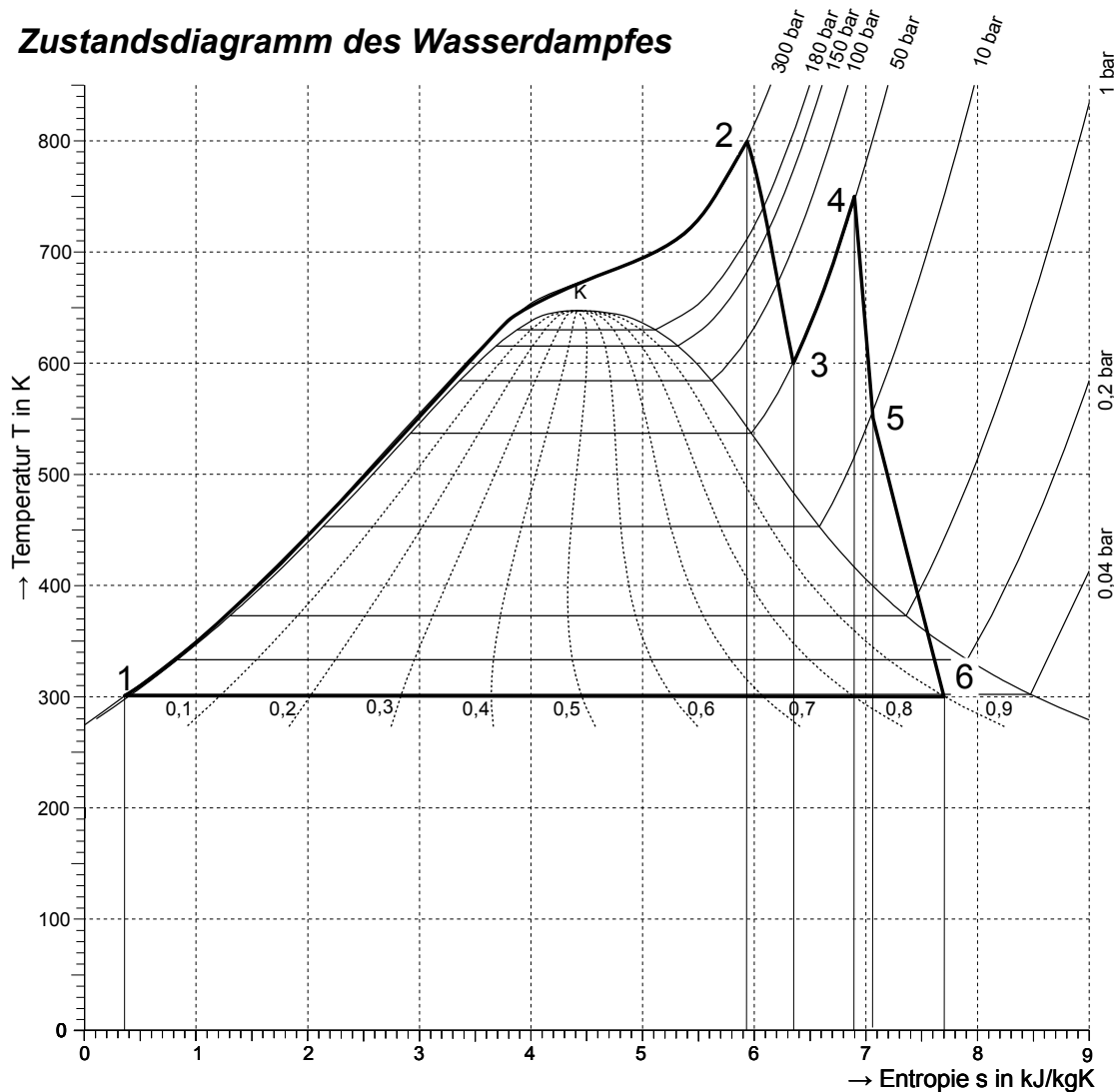
Teilaufgaben:

Punkte

1

4,0

Zustandsdiagramm des Wasserdampfes



T,s-Diagramm (überkritischer Wasserdampfprozess mit Zwischenüberhitzung)

2

6,0

$$q_{12} = \frac{T_1 + T_2}{2} \cdot (s_2 - s_1) = \frac{(273 + 27) \text{ K} + (273 + 527) \text{ K}}{2} \cdot (5,95 - 0,35) \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$$

$$= 550 \text{ K} \cdot 5,6 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} = 3080 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$q_{34} = \frac{T_3 + T_4}{2} \cdot (s_4 - s_3) = \frac{(273 + 327) \text{ K} + (273 + 477) \text{ K}}{2} \cdot (6,9 - 6,35) \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$$

$$= 675 \text{ K} \cdot 0,55 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} = 371,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Dampfprozess berechnen (Wasser, überkritisch, mit Zwischenüberhitzung)

3 Mit der Zwischenüberhitzung kann der Wirkungsgrad des Prozesses erhöht und der Anteil (flüssigen) Wassers am Turbinenausgang gesenkt werden. Die Begründung dafür ist aus den dazugewonnenen Flächen im T-s-Diagramm ersichtlich.

2,0

4 Der Gehalt (flüssigen) Wassers darf in der Turbinen nicht zu groß werden, weil die Wassertröpfchen die Turbinenschaufeln schädigen.

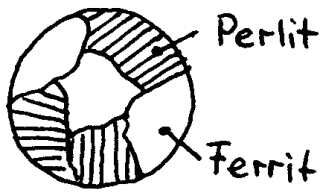
2,0

HP 2005/06-5: Dampfkraftwerk

5.1 Abkühlungskurve

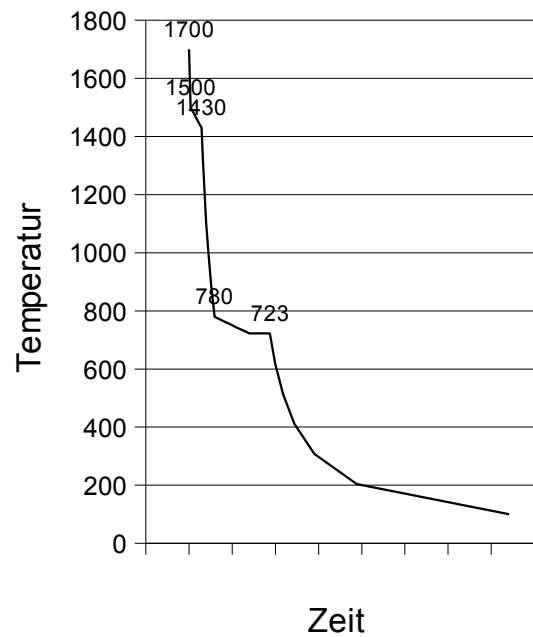
4,0

5.2 Gefügeschaubild



Abkühlungskurve C45

2,0



6.1 Zugfestigkeit und Bruchdehnung können erhöht werden durch Vergüten.

Verfahrensschritte :

- 1) Erwärmen auf Härtetemperatur ca. 820..860°C (ca. 50° über GSK-Linie bzw. Angabe aus dem Tabellenbuch)
- 2) Halten der Härtetemperatur
- 3) Abschrecken
- 4) Anlassen auf ca. 500°C (siehe Anlassdiagramm für 15% Bruchdehnung)

6,0

Hinweis: „Verfahrensschritte“ verlangt m. E. keine Beschreibung oder auch nur Benennung der Vorgänge im Gefüge.

6.2 Die Verschleißfestigkeit wird erreicht durch Härten der Randschicht, dabei bleibt der Kern zäh. Da C45 ausreichend Kohlenstoff zum martensitischen Härten enthält, wird in diesem Fall durch Flamm- oder Induktionshärten eingesetzt. Dabei wird nur die Randschicht auf Härtetemperatur gebracht. Dies geschieht entweder mit einem Brenner oder einer Induktionsspule. Danach werden die Lagerstellen sofort mit Wasser abgeschreckt.

4,0

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 30,0$