DYS+ Campus



Übungsheft · Technik · Klasse 12

Thermische Anlagen: Kraftwerk, GuD und Wärmepumpe

Erklärungen, 26 Aufgaben in drei Stufen und alle Lösungen, viele mit Begründung.

Name _____ **Datum** _____

Das lernst du

- Ich kann Fließbilder lesen und thermische Anlagen erläutern.
- Ich kann Wirkungsgrade, COP und JAZ berechnen.
- Ich kann Optimierungsmaßnahmen beurteilen.

So arbeitest du mit dem Heft

●○○ **Basis** zum Einstieg

●●○ **Standard** zum Üben

●●● **Plus** zum Weiterdenken

Du musst nicht alles machen. Fang bei Basis an. Die Lösungen stehen hinten im Heft.

Noch unsicher?

Scanne den Code. Dort wird das Thema Schritt für Schritt erklärt.

dysplus.de/lernen/gymnasium/klasse-12/technik/te-thermische-anlagen/blockschaltbild-und-verfahrensfliessbild

Kurz erklärt

Wichtige Begriffe

Begriff	Bedeutung
Blockschaltbild	zeigt die Funktion in Kästen
Verfahrensfließbild	zeigt Bauteile und Stoffströme
GuD	Gasturbine plus Dampfprozess über einen Abhitzekessel
COP	Heizleistung : elektrische Leistung
JAZ	Heizwärme im Jahr : Strom im Jahr

GuD-Wirkungsgrad

1. Brennstoff 1 000 MW, Gasturbine 380 MW Strom, Abgaswärme 520 MW.
2. Dampfteil: 520 MW · 0,35 = 182 MW.
3. Gesamt: (380 + 182) MW : 1 000 MW = 0,562.

Merksatz: Wärmepumpe: Verdampfen nimmt Wärme auf, Verdichten braucht Arbeit, Verflüssigen gibt Wärme ab, Drosseln senkt den Druck.

Typischer Fehler: Der COP ist keine Wirkungsgrad-Angabe über 100 %. Er vergleicht Nutzwärme mit dem Strom, die Umweltwärme kommt dazu.

●○○ Basis

Wissen sichern

1 Begriffe. Kreuze an.

a) Ein _____ zeigt, was eine Anlage tut. ☐ **Blockschaltbild** ☐ **Verfahrensfließbild**

b) Der Kondensator _____ Wärme ab. ☐ **nimmt** ☐ **gibt**

c) Im GuD-Kraftwerk erzeugt der _____ den Dampf aus der Abgaswärme. ☐ **Kondensator** ☐ **Abhitzekessel**

d) Der Verdichter der Wärmepumpe braucht _____. ☐ **Antriebsenergie** ☐ **keine Energie**

2 Rechne und ergänze.

a) Brennstoff 500 MW, Strom 200 MW: η = _____ %

b) Gasturbine 380 MW plus Dampfturbine 182 MW: _____ MW

c) Das Kältemittel verdampft im _____

d) Solarthermie erzeugt _____, keinen Strom.

●●○ Standard

Rechnen und anwenden

3 p-h-Diagramm und Wärmepumpe. $h_1 = 400$, $h_2 = 440$, $h_3 = 250$ kJ/kg.

a) Verdichterarbeit $h_2 - h_1 =$ _____ kJ/kg

b) Abgegebene Wärme $h_2 - h_3 =$ _____ kJ/kg

c) COP = 190 : 40 = _____

d) JAZ: 12 000 kWh Wärme, 3 750 kWh Strom: _____

4 Solarthermie.

a) $5\ m^2 \cdot 800\ W/m^2 \cdot 0{,}60 =$ _____ W

b) 300 kg Wasser um 40 K erwärmen ($c = 4{,}19$ kJ/(kg · K)): _____ kWh (auf 0,1)

5 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Der Kondensator gibt Abwärme ab, die der Kreislauf braucht. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

b) Die Drossel senkt die Enthalpie des Kältemittels. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

c) Die JAZ ist ein Durchschnitt über ein ganzes Jahr. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

d) Ein Wirkungsgrad von über 100 % ist bei einer Wärmepumpe möglich. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

6 Berechne.

a) GuD: Brennstoff 1 000 MW, Gasturbine 380 MW, Abgaswärme 520 MW, Dampfteil mit η = 0,35. Berechne den Gesamtwirkungsgrad.

●●● Plus

Beurteilen

7 Beurteile.

a) Berechne den Carnot-Wirkungsgrad für 540 °C Dampftemperatur und 30 °C Kondensatortemperatur.

b) Ein Heizkraftwerk: 100 MW Brennstoff, 35 MW Strom, 50 MW Wärme. Berechne die Brennstoffausnutzung.

c) Nenne eine Optimierungsmaßnahme, ihren Nutzen und eine Grenze.

8 KWK-Vergleich.

a) Getrennt: 35 MW Strom bei $\eta = 0{,}40$ brauchen _____ MW Brennstoff

b) Getrennt 143,1 MW, gekoppelt 100 MW Brennstoff: Einsparung etwa _____ %

9 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Kraft-Wärme-Kopplung ist auch ohne Wärmeabnehmer vorteilhaft.

☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

---

b) Höhere Dampftemperatur erhöht den idealen Wirkungsgrad.

☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

Kannst du das schon?

Kreuze an, wie sicher du dich fühlst. Hier gibt es kein Richtig oder Falsch.

Ich kann …	sicher	fast	noch nicht
Ich kann Fließbilder lesen und thermische Anlagen erläutern.	☐	☐	☐
Ich kann Wirkungsgrade, COP und JAZ berechnen.	☐	☐	☐
Ich kann Optimierungsmaßnahmen beurteilen.	☐	☐	☐

Tipp: Bei „noch nicht“ schau dir „Kurz erklärt“ vorne im Heft noch einmal an oder scanne den Code auf dem Deckblatt. Dann probierst du die Aufgaben noch einmal.

Lösungen

Erst selbst lösen, dann vergleichen. Bei vielen Aufgaben steht die Begründung dabei.

●○○ Basis: Wissen sichern

1 Begriffe. Kreuze an.

a) Blockschaltbild

→ Das Fließbild zeigt Bauteile und Stoffströme.

b) gibt

→ Dort wird der Dampf zu Wasser.

c) Abhitzekessel

→ Der Kondensator verflüssigt den Dampf.

d) Antriebsenergie

→ Er erhöht den Druck des Dampfes.

2 Rechne und ergänze.

a) Brennstoff 500 MW, Strom 200 MW: $\eta = 40\ \%$

b) Gasturbine 380 MW plus Dampfturbine 182 MW: 562 MW

c) Das Kältemittel verdampft im Verdampfer

d) Solarthermie erzeugt Wärme, keinen Strom.

●●○ Standard: Rechnen und anwenden

3 p-h-Diagramm und Wärmepumpe. $h_1 = 400$, $h_2 = 440$, $h_3 = 250$ kJ/kg.

a) Verdichterarbeit $h_2 - h_1 = 40$ kJ/kg

b) Abgegebene Wärme $h_2 - h_3 = 190$ kJ/kg

c) COP = 190 : 40 = 4,75

d) JAZ: 12 000 kWh Wärme, 3 750 kWh Strom: 3,2

4 Solarthermie.

a) $5\ m^2 \cdot 800\ W/m^2 \cdot 0{,}60 = 2\,400\ W$

b) 300 kg Wasser um 40 K erwärmen ($c = 4{,}19$ kJ/(kg · K)): 14,0 kWh (auf 0,1)

5 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) **Stimmt.**

b) **Stimmt nicht. Richtig: Beim Drosseln bleibt die Enthalpie gleich, der Druck sinkt.**

c) **Stimmt.**

d) **Stimmt nicht. Richtig: Der COP kann über 1 liegen, ein Wirkungsgrad nicht. Die Umweltwärme kommt zum Strom dazu.**

6 Berechne.

a) **0,562 (56,2 %)**

→ Dampfteil: 520 · 0,35 = 182 MW.

→ Strom insgesamt: 380 + 182 = 562 MW.

→ 562 : 1 000 = 0,562.

●●● Plus: Beurteilen

7 Beurteile.

a) **≈ 0,627**

→ In Kelvin: 813,15 K und 303,15 K.

→ 1 – 303,15 : 813,15 = 0,627.

b) **0,85**

→ (35 + 50) : 100 = 0,85.

c) **Zum Beispiel höhere Dampftemperatur: höherer idealer Wirkungsgrad, Grenze durch die Werkstoffe.**

→ Nutzen und Grenze gehören zusammen.

8 KWK-Vergleich.

a) **Getrennt: 35 MW Strom bei η = 0,40 brauchen 87,5 MW Brennstoff**

b) **Getrennt 143,1 MW, gekoppelt 100 MW Brennstoff: Einsparung etwa 30 %**

9 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) **Stimmt nicht. Richtig: Der Vorteil entsteht nur, wenn die Wärme genutzt wird.**

b) **Stimmt.**