

Prompt:

Löse die folgenden Aufgaben einer Klausur im Studienfach "Wind- und Wasserkraft". Bei rechnerischen Aufgaben gehe Schritt für Schritt vor. Hier sind die Aufgaben: [...]

Antwort:

****1.****

Gegeben:

- Stirnfläche $A = 3 \text{ m}^2$ ✓
- Leistung $P = 20 \text{ kW}$ ✓
- Geschwindigkeit $v = 100 \text{ km/h} = 27,78 \text{ m/s}$ ✓

Gesucht:

- Widerstandsbeiwert c_w

Formel:

~~$P = \frac{1}{2} \rho v^2 A c_w$~~

$P = \dots$

Einsetzen und nach c_w auflösen:

$20 \text{ kW} = \frac{1}{2} \cdot 1,225 \text{ kg/m}^3 \cdot (27,78 \text{ m/s})^2 \cdot 3 \text{ m}^2 \cdot c_w$
 $c_w = \frac{2 \cdot 20 \text{ kW}}{1,225 \text{ kg/m}^3 \cdot (27,78 \text{ m/s})^2 \cdot 3 \text{ m}^2} = 0,27$

*Folgefehler
1 von 3 P.*

****2.****

Gegeben:

- Windgeschwindigkeit in 100 m Höhe:
 $v_{100} = 9 \text{ m/s}$ ✓
- Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe: $v_{10} = 5 \text{ m/s}$ ✓
- Rauigkeitslänge: $z_0 = 0,1 \text{ m}$ ✓

Gesucht:

- Kann $z_0 = 0,1 \text{ m}$ sein? ✓

Formel:

$\frac{v_{100}}{v_{10}} = \frac{\ln\left(\frac{100}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{10}{z_0}\right)}$ ✓

Einsetzen und prüfen:

$\frac{9 \text{ m/s}}{5 \text{ m/s}} = \frac{\ln\left(\frac{100}{0,1}\right)}{\ln\left(\frac{10}{0,1}\right)} = \frac{4,6052}{2,3026} = 2$

Da $\frac{v_{100}}{v_{10}} \neq 2$, kann z_0 nicht $0,1 \text{ m}$ sein.

(✓) 2 von 3 P.

3.

(a) Höhe der Wahrscheinlichkeitsdichte bei $v=5 \text{ m/s}$: $0,02$

f

(b) Wahrscheinlichkeit, dass v bis zu 5 m/s beträgt: Fläche unter der Wahrscheinlichkeitsdichte bis $v=5 \text{ m/s}$ = $0,02 \cdot 5 = 0,1$

f

2 von 3 P.

(c) Wahrscheinlichkeit, dass v genau $7,0000 \dots \text{ m/s}$ beträgt: 0 (Wahrscheinlichkeitsdichte ist eine stetige Funktion)

Kontinuelle Begründung

4.

Gegeben:

- Gesamthöhe der Windturbine: $H = 300 \text{ m}$
- Entfernung zum Strand: $d = 20 \text{ km}$

Gesucht:

- Sichtbare Meter der obersten Rotorblattspitze

Formel:

$s = \sqrt{2R \cdot (H-s)}$

R = ? Erdradius!
und nicht des Turbinenradius!

Einsetzen und nach s auflösen:

$s = \sqrt{2 \cdot 150 \cdot (300-s)}$
 $s^2 - 600s + 45000 = 0$
 $s = \frac{600 \pm \sqrt{600^2 - 4 \cdot 45000}}{2} = 300 \pm 150$

Da s nicht negativ sein kann, ist $s = 150 \text{ m}$.

f : $s < 0$ heißt nichts ist sichtbar
1 von 3 P.

5.

Für:

- Keine Emissionen von Treibhausgasen (✓)
- Erneuerbare Energiequelle ✓
- Geringere Betriebskosten als bei fossilen Kraftwerken

Bezug zur Aufgabe?

Gegen:

- Landschaftsbildbeeinträchtigung ?
- Lärm ?
- Schwankende Energieerzeugung ✓

2 von 3 P.

6.

- Hohe Investitionskosten

für was?

- Finanzielle Risiken durch schwankende Windgeschwindigkeiten
- Subventionen für andere erneuerbare Energiequellen (z.\,B.~Photovoltaik)

Dadurch welche Kosten? Bezug? Von 3 P.

****7.****

Gegeben:

- Windgeschwindigkeit auf der Ebene: v_0 ✓
- Windgeschwindigkeit auf der Anhöhe: $v_1 = 1,02v_0$ ✓
- Luftdichte auf der Ebene: ρ_0 ✓
- Luftdichte auf der Anhöhe: $\rho_1 = 0,95\rho_0$ ✓

Gesucht:

- Wo ist der Ertrag größer?

Formel:

$$P = \frac{1}{2} \rho v^3 A$$

Was ist das? (✓)

Ertrag auf der Ebene:

$$P_0 = \frac{1}{2} \rho_0 v_0^3 A$$

Ertrag auf der Anhöhe:

$$P_1 = \frac{1}{2} \rho_1 v_1^3 A = \frac{1}{2} \cdot 0,95 \rho_0 \cdot (1,02v_0)^3 A$$

Ertrag auf der Anhöhe im Verhältnis zum Ertrag auf der Ebene:

$$\frac{P_1}{P_0} = \frac{0,95 \cdot (1,02)^3}{1,06} = 1,06$$

2 von 3 P.

Der Ertrag ist auf der Anhöhe um 6% größer.

****8.****

****Vorteile von dreiblättrigen Windturbinen:****

- Geringere Materialkosten im Vergleich zu Turbinen mit mehr Blättern ✓
- Geringere Geräusentwicklung *als?* ?
- Höhere Effizienz bei höheren Windgeschwindigkeiten ?

****Nachteile von dreiblättrigen Windturbinen:****

- Höhere Materialkosten im Vergleich zu Turbinen mit weniger Blättern ✓
- Geringere Effizienz bei niedrigeren Windgeschwindigkeiten ?
- Größere Belastung der Rotornabe *als?* ?

1 von 3 P.

****9.****

Windturbinen, die auf dem Strömungswiderstand basieren, sind weniger effizient als solche, die auf dem Auftrieb basieren, weil:

- Der Strömungswiderstand eine quadratische Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit hat, während der Auftrieb eine kubische Abhängigkeit hat.

- Der Strömungswiderstand auch bei niedrigen Windgeschwindigkeiten auftritt, während der Auftrieb erst ab einer bestimmten Windgeschwindigkeit wirksam wird.

- Der Strömungswiderstand zu Turbulenzen führt, die die Effizienz der Turbine verringern.

****10.****

Gegeben:

- Entfernung von der Schallquelle: $r_1 = 20 \text{ m}$

- Entfernung von der Schallquelle: $r_2 = 40 \text{ m}$

Gesucht:

- Schallpegeldifferenz ΔL_p

Formel:

$$\Delta L_p = 20 \log_{10} \left(\frac{r_1}{r_2} \right)$$

Einsetzen und berechnen:

$$\Delta L_p = 20 \log_{10} \left(\frac{20 \text{ m}}{40 \text{ m}} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{1}{2} \right) = -6 \text{ dB}$$

****11.****

Gegeben:

- Scheinleistung des Generators: $S = 1 \text{ MVA}$

- Spannung am Generator: $U_G = 400 \text{ V}$ größer als die Spannung im Netz

- Spannungsdifferenz: $\Delta U = 400 \text{ V}$

- Widerstand der Freileitung pro Kilometer: $R = 0,5 \Omega/\text{km}$

- Induktivität der Freileitung pro Kilometer: $L = 1,5 \text{ mH}/\text{km}$

- Leistungsfaktor: $\cos(\phi) = 0,95$

Gesucht:

- Maximale Länge der Freileitung

Formel:

$$\Delta U = I \cdot R + I \cdot X_L$$

Einsetzen und nach I auflösen:

$$400 \text{ V} = I \cdot R + I \cdot X_L = I \cdot (R + X_L)$$

$$I = \frac{400 \text{ V}}{R + X_L}$$

Formel für die Scheinleistung:

$$S = U_G \cdot I$$

f

f
z
o

0 von 3 P.

✓
✓

✓

f

nicht in dieser Situation!

1 von 3 P.

S.U.

Einsetzen und nach I auflösen:
 $I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$ (Die Antwort wurde abgeschnitten, weil das Tokenlimit erreicht wurde. Erhöhen Sie das Tokenlimit, wenn Sie eine längere Antwort benötigen.)

[[[nur 2048 Tokens möglich, deshalb hier die beiden letzten Aufgaben nochmal für sich gepromptet]]]

Aufgabe 1

Schritt 1: Berechnung der Spannungsdifferenz

Die Spannungsdifferenz zwischen Generator und Netz beträgt:

...

$$\Delta U = 400 \text{ V} \quad \checkmark$$

...

Schritt 2: Berechnung der Stromstärke

Die Scheinleistung des Generators beträgt:

...

$$S = 1 \text{ MVA} = 1000 \text{ kVA} \quad \checkmark$$

...

Die Stromstärke beträgt:

...

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1000 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = 1,44 \text{ kA}$$

...

Schritt 3: Berechnung der Impedanz der Freileitung

Die Impedanz der Freileitung pro Kilometer beträgt:

...

$$Z = R + j\omega L = 0,5 \Omega + j2\pi f \cdot 1,5 \text{ mH} = 0,5 \Omega + j18,8 \Omega \quad ? \quad f$$

...

Schritt 4: Berechnung der maximalen Leitungslänge

Die Spannungsdifferenz ist proportional zur Impedanz der Leitung und zur Stromstärke:

...

$$\Delta U = I \cdot Z \cdot l$$

...

Die maximale Leitungslänge beträgt:

Nein, Phase beachten!

...

$$I = \Delta U / (I * Z) = 400 \text{ V} / (1,44 \text{ kA} * (0,5 \Omega + j18,8 \Omega)) = 13,8 \text{ km}$$

0 von 3 P.

Aufgabe 2:

A2

Antwort:

Nein, die Turbine kann keine Energie gewinnen.

Begründung:

Da die Rohre den gleichen Durchmesser haben und auf der gleichen Höhe verlaufen, ist der Druck am Ein- und Ausgang der Turbine gleich. Daher gibt es keinen Druckunterschied, der die Turbine antreiben könnte.

1

0 von 3 P.