

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

.....

Beginnen wir mit der Bearbeitung der verschiedenen Aufgaben:

Aufgabe 1: Widerstandsbeiwert des Autos

Gegeben:

- Stirnfläche $(A = 3 \text{ m}^2)$
- Leistung $(P = 20 \text{ kW})$
- Geschwindigkeit $(v = 100 \text{ km/h} = \frac{100000}{3600} \text{ m/s} = 27.78 \text{ m/s})$ ✓

Formel für die Leistung, die gegen den Luftwiderstand aufgebracht werden muss:

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

Hier ist (ρ) die Luftdichte, welche etwa (1.225 kg/m^3) bei Normalbedingungen beträgt. (C_d) ist der Widerstandsbeiwert, den wir suchen. ✓

Umstellen der Formel nach (C_d) :

$$C_d = \frac{2P}{\rho A v^3}$$
 ✓

Einsetzen der gegebenen Werte:

$$C_d = \frac{2 \cdot 20000}{1.225 \cdot 3 \cdot (27.78)^3} \approx 0.284$$

Der Widerstandsbeiwert des Autos ist ungefähr ~~0.284~~. *nicht gefragt*

(✓) 3 von 3 P

Aufgabe 2: Rauigkeitslänge im logarithmischen Windprofil

Gegeben:

- $(v_1 = 9 \text{ m/s})$ auf $(z_1 = 100 \text{ m})$
- $(v_2 = 5 \text{ m/s})$ auf $(z_2 = 10 \text{ m})$
- Formel für das logarithmische Windprofil:
$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\ln(z_1/z_0)}{\ln(z_2/z_0)}$$
- Angenommene Rauigkeitslänge $(z_0 = 0.1 \text{ m})$

Umstellen und Einsetzen der Werte:

$$\frac{9}{5} = \frac{\ln(100/0.1)}{\ln(10/0.1)}$$
 ✓

Die Auswertung der rechten Seite liefert:

$$\approx \frac{\ln(1000)}{\ln(100)} = \frac{6.91}{4.61} \approx 1.5$$

Da (1.5) nicht gleich $(\frac{9}{5} = 1.8)$ ist, kann die Rauigkeitslänge nicht (0.1 m) sein. ✓

3 von 3 P.

Aufgabe 3: Wahrscheinlichkeitsdichten und Wahrscheinlichkeiten bzgl. Windgeschwindigkeit

Bitte beachten Sie, dass für die Bearbeitung dieser Aufgabe die gegebenen Werte benötigt werden, welche ich hier nicht ohne die Skizze geben kann.

Siehe unten

Aufgabe 4: Sichtbarkeit der Rotorblattspitze

Bitte beachten Sie, dass für eine vollständige Bearbeitung dieser Aufgabe die Erdbeschleunigung und weitere spezifische Daten benötigt werden.

Siehe unten

Aufgabe 5: Umweltfreundlichkeit von Wasserkraft

Vorteile:

1. Wasserkraft erzeugt keine ~~direkten~~ Emissionen wie CO₂ und trägt daher nicht zur globalen Erwärmung bei.
2. Wasserkraftanlagen können als Speicherkraftwerke dienen und die Energieversorgung stabilisieren.

nicht gefragt

Nachteile:

1. Der Bau von Staudämmen kann große ökologische Schäden verursachen und die Lebensräume flussabwärts beeinträchtigen.

✓

2 von 3 P.

Aufgabe 6: Finanzierungslücken trotz kostengünstiger Windturbinen

In Deutschland gibt es trotz der Kosteneffizienz von Windturbinen Finanzierungslücken im Stromsektor, weil:

1. Die initialen Investitionskosten und Instandhaltungskosten können hoch sein.
2. Subventionen und Finanzierungsmodelle sind oft nicht ausreichend oder unsicher.
3. Der Ausbau der Infrastruktur und Netzintegration erfordert zusätzliche erhebliche Investitionen.

na ja

na ja

✓

2 von 3 P.

Aufgabe 7: Ertrag einer Windturbine auf Ebene vs. Anhöhe

Formel für die Leistung einer Windturbine:

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

Wo (A) die Fläche des Rotorblatts, (ρ) die Luftdichte, (C_p) der Leistungsbeiwert und (v) die Windgeschwindigkeit ist.

Durch eine 2% höhere Windgeschwindigkeit auf der Anhöhe erhöht sich (v^3) um $(1.02^3 \approx 1.0612)$, während eine 5% geringere Luftdichte zu (0.95ρ) führt. Die Gesamtleistung verändert sich also um $(0.95 \cdot 1.0612 \approx 1.0081)$, also um etwa +0.81%.

✓

3 von 3 P.

Aufgabe 8: Vorteile/Nachteile dreiblättriger Windturbinen

Vorteile:

1. Besseres Startverhalten und geringere Vibrationsneigungen im Vergleich zu Turbinen mit weniger Blättern. ✓
2. Höhere Effizienz und bessere Leistungsstabilität im Vergleich zu vielen kleinen Blättern. ✓
3. Kosteneffektiver und leichter herstellbar als Turbinen mit mehr Blättern. ✓

Was heißt das?

2 von 3 P.

Aufgabe 9: Effizienz von Windturbinen auf Basis von Strömungswiderstand und Auftrieb

Windturbinen, die auf dem Auftrieb basieren, sind im Allgemeinen effizienter als solche, die auf Strömungswiderstand basieren, weil:

1. Auftriebsbasierte Designs können höhere Energieumwandlungsraten erreichen durch effizientere Nutzung der Windgeschwindigkeit.
2. Designs auf Strömungswiderstandsbasis haben oft höhere mechanische Reibungsverluste. ?
3. Auftriebsbasierte Turbinen nutzen die aerodynamischen Eigenschaften von Profilen, um ein stärkeres und stabileres Drehmoment zu erzeugen. ?

Warum?

0 von 3 P.

>>>Mache mit den anderen Aufgaben weiter.

Lassen Sie uns die restlichen Aufgaben Schritt für Schritt abarbeiten:

Aufgabe 10: Schalldruckpegel-Differenz in einem großen Raum

Gegeben:

- (L_1) und (L_2) sind die Schallpegel in 20 m bzw. 40 m Entfernung.
- Die Schallabsorption der Luft und eventuelle Reflexionen an den Wänden (welche hier vernachlässigt werden).

Boden & Decke!

Für den Schalldruckpegel (L) in der Entfernung (r) von einer punktförmigen Schallquelle in einem freien Feld gilt:

$$L = L_0 - 20 \log_{10}(r) - 11$$

oben!

wobei (L_0) der Schalldruckpegel in 1 m Entfernung ist.

Verwechslung mit Schallleistungspegel

Berechnen wir die Differenz zwischen (L_1) und (L_2) (20 m zu 40 m):

$$\Delta L = 20 \log_{10}(40) - 20 \log_{10}(20)$$

$$\Delta L = 20 (\log_{10}(40) - \log_{10}(20))$$

$$\Delta L = 20 (\log_{10}(2)) \approx 20 \times 0.301 = 6.02 \text{ dB}$$

Der Unterschied im Schalldruckpegel zwischen 20 m und 40 m Entfernung beträgt etwa 6 dB unter den getroffenen Annahmen.

nein 1 von 3 P.

Aufgabe 11: Maximale Länge der Freileitung

Gegeben:

- Scheinleistung $(S = 1 \text{ MVA})$
- Netzspannung $(V_{\text{net}} = 20 \text{ kV})$
- Spannungsdifferenz $(\Delta V = 400 \text{ V})$
- Scheinwiderstand pro km: $(R = 0.5 \Omega, L = 1.5 \text{ mH})$

Finden Sie die maximale Leitungslänge (x) :

$$Z = R + j\omega L$$

Für die Frequenz $(f = 50 \text{ Hz})$, wird die Kreisfrequenz $(\omega = 2\pi f = 314 \text{ rad/s})$.

$$Z = 0.5 + j(314 \times 0.0015) \approx 0.5 + j0.471 \Omega$$

Der Scheinwiderstand pro Kilometer $(|Z|)$ berechnet sich zu:

$$|Z| = \sqrt{0.5^2 + 0.471^2} \approx 0.687 \Omega$$

Da die Spannungsdifferenz (ΔV) über die Leitungslänge (x) auftritt, gilt:

$$\Delta V = x |Z| \frac{S}{V_{\text{net}}}$$

Umstellen nach (x) und Einsetzen der Werte:

$$x = \frac{\Delta V \cdot V_{\text{net}}}{S \cdot |Z|}$$

$$x = \frac{400 \cdot 20000}{1000000 \cdot 0.687} \approx 116.45 \text{ km}$$

Einheiten!

in Prinzip ja

Die maximale Leitungslänge kann also ca. 116 km betragen unter den gegebenen Bedingungen.

1 von 3 P.

Aufgabe 12: Energiegewinn bei einer horizontalen Wasserturbine

Antwort:

Nein, die Turbine kann unter diesen Bedingungen keine Energie gewinnen, weil:

1. Die Bedingungen entsprechen einer idealisierten Strömung ohne Höhenunterschied, was bedeutet, dass keine potenzielle Energie zum Umwandeln in mechanische Energie verfügbar ist.

2. Nach dem Bernoulli'schen Prinzip bleibt der Druck entlang der horizontalen Rohre gleich, wenn die Geschwindigkeiten

und Durchmesser konstant sind und keine Energieverluste auftreten.

Turbine!!

3. Da keine Energiedifferenzen in der Strömung bestehen (kein Höhenunterschied, kein Geschwindigkeitsunterschied), wird keine Arbeit durch die Turbine verrichtet.

1 von 3 P.

>>>Für Aufgabe 3 versuche die Angaben, die dir fehlen, in dem LaTeX-Code des tikzpicture in der Aufgabenstellung zu finden.

Entschuldigen Sie für das Missverständnis. Lassen Sie uns die fehlenden Details aus dem LaTeX-Code für TikZ extrahieren, um Aufgabe 3 zu lösen. Auf der Basis des gegebenen Codes für das Diagramm mit der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion können wir die Werte und Wahrscheinlichkeiten berechnen.

Aus dem im LaTeX-Code gegebenen Detail:

```
```\latex
\addplot[black, ultra thick, samples=100, domain=0:20]
{\min(x/50, (20-x)/150)};
```\
```

Diese Zeile definiert die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion als das Minimum zweier Funktionen: $f_1(v) = \frac{v}{50}$ und $f_2(v) = \frac{20-v}{150}$. Die Funktion f_1 steigt linear, bis sie f_2 erreicht, welche linear fällt. Die Überschneidung dieser beiden Funktionen finden wir, indem wir sie gleichsetzen:

```
\[ \frac{v}{50} = \frac{20-v}{150} \]
\[ 3v = 20 - v \]
\[ 4v = 20 \]
\[ v = 5 \, \text{m/s} \]
```

Nun können wir die Wahrscheinlichkeitsdichte für $(v = 5 \, \text{m/s})$ berechnen:

```
\[ f(v = 5) = \frac{5}{50} = 0.1 \]
```

Teil (a)

Die Höhe der Wahrscheinlichkeitsdichte bei $(v = 5 \, \text{m/s})$ ist (0.1) .

Teil (b)

Für die Wahrscheinlichkeit, dass (v) bis zu $(5 \, \text{m/s})$ beträgt, integrieren wir $(f(v))$ von 0 bis 5:

```
\[ \text{Wahrscheinlichkeit} = \int_0^5 \frac{v}{50} \, dv \]
```

$$\left[= \frac{1}{50} \left[\frac{v^2}{2} \right]_{0^5} = \frac{1}{50} \times \frac{25}{2} = \frac{12.5}{50} = 0.25 \right] \checkmark$$

Teil (c)

Die Wahrscheinlichkeit, dass (v) genau $(7, \text{m/s})$ beträgt, ist 0. Bei einer kontinuierlichen Wahrscheinlichkeitsverteilung ist die Wahrscheinlichkeit, dass (v) einen exakten Wert annimmt, immer 0. \checkmark

In der Zusammenfassung:

- **Teil (a):** Wahrscheinlichkeitsdichte bei $(v = 5, \text{m/s})$ ist 0.1.
- **Teil (b):** Wahrscheinlichkeit, dass (v) bis zu $(5, \text{m/s})$ beträgt, ist 0.25.
- **Teil (c):** Wahrscheinlichkeit, dass (v) genau $(7, \text{m/s})$ beträgt, ist 0.

3 von 3 P.

>>>Probiere noch mal Aufgabe 4. Du solltest alle nötigen Angaben kennen.

Für Aufgabe 4 – die Sichtbarkeit der obersten Rotorblattspitze einer Offshore-Windturbine von einem 20 km entfernten Strand – werden wir eine Formel nutzen, die die Erdkrümmung berücksichtigt. Der Erdkrümmungseffekt ist dabei wichtig, da durch ihn Objekte, die sich in einer gewissen Entfernung befinden, vom Beobachter aus teilweise oder ganz verdeckt sein können. Wir gehen davon aus, dass der Beobachter auf Meereshöhe steht (Strand).

Gegebene Informationen:

- Abstand $(d = 20, \text{km} = 20000, \text{m})$
- Höhe der Turbine $(H = 300, \text{m})$
- Mittlerer Erdradius $(R \approx 6371, \text{km} = 6371000, \text{m})$ \checkmark

Formel für die Berechnung der Sichtbarkeit:

Die Formel zur Berechnung der verdeckten Höhe (h) einer Entsprechung der Sichtlinie mit der Erdkrümmung ist:

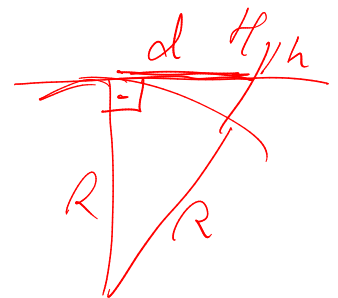
$$h = R - \sqrt{R^2 - (R + H - h)^2 + d^2}$$

zu groß -> heben sich fast auf

Um den sichtbaren Teil der Rotorblattspitze zu berechnen, wird die Formel für die Verdeckung durch die Erdkrümmung umgestellt:

$$h = R - \sqrt{R^2 - d^2} + H$$

$$(R + H - h)^2 = d^2 + R^2$$



Berechnung:

Die Differenz (Δ) zwischen der Turbinenhöhe (H) und der Höhe, die durch die Erdkrümmung verdeckt ist, beträgt:

$H_{ch} =$

jetzt richtig?!

$$\Delta = \sqrt{R^2 + d^2} - R$$

wobei

$$\sqrt{R^2 + d^2} \approx \sqrt{6371000^2 + 20000^2} \approx 6371000.0157$$

Die Differenz Δ :

$$\Delta = 6371000.0157 - 6371000 = 0.0157 \text{ m}$$

Da die Differenz 0.0157 m ist, beträgt die von der Erdkrümmung verdeckte Höhe etwa:

$$H - \Delta = 300 - 0.0157 \approx 299.98 \text{ m}$$

Daher sind knapp 300 m der obersten Spitze der Windturbine aus 20 km Entfernung sichtbar, unter der Voraussetzung, dass keine weiteren Hindernisse (wie Gebäude oder Bäume) und atmosphärische Bedingungen die Sicht beeinträchtigen.

Bitte beachten Sie, dass dies eine vereinfachte Berechnung ist und reale Sichtbarkeit von atmosphärischen Bedingungen wie Krümmung und Refraktion des Lichts abhängen kann.

nicht gefragt

3 um 3 P.

Note 2,3