

Wind- und Wasserkraft

B. Eng. Regenerative Energien / Elektrotechnik

Klausur vom 26. Januar 2026: Musterlösungen

Jörn Loviscach

Versionsstand: 25. Januar 2026, 20:43



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Germany License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

Lösungen von Gemini 3 Pro Preview; Anmerkungen und Korrekturen in Rot von Jörn Loviscach

1. Windgeschwindigkeit für Schallgeschwindigkeit an der Blattspitze

Gegeben: Schnelllaufzahl $\lambda = 7$, Blattspitzengeschwindigkeit $v_{\text{tip}} \approx 340 \text{ m/s}$.

Gesucht: Windgeschwindigkeit v_{wind} .

Formel:

$$\lambda = \frac{v_{\text{tip}}}{v_{\text{wind}}} \Rightarrow v_{\text{wind}} = \frac{v_{\text{tip}}}{\lambda}$$

Einsetzen:

$$v_{\text{wind}} = \frac{340 \text{ m/s}}{7} \left(\approx 48,57 \text{ m/s} \right)$$

2. Auslegung für hohe Volllaststunden

Man müsste die Windenergieanlage mit einem im Verhältnis zum Rotordurchmesser sehr kleinen Generator ausstatten (kleine spezifische Flächenleistung). Man macht dies wirtschaftlich meist nicht, da man sonst bei hohen Windgeschwindigkeiten, die energetisch sehr wertvoll sind, die Leistung künstlich begrenzen müsste (zu frühes „Abschneiden“ der Leistungskurve), was den Gesamtertrag trotz hoher Auslastung senkt.

3. Leistung des Lautsprechers

Gegeben: $\eta = 2\% = 0,02$, $L_W = 130 \text{ dB}$, $P_0 = 10^{-12} \text{ W}$.

1. Berechnung der akustischen Leistung P_{ak} :

$$L_W = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P_{\text{ak}}}{P_0} \right)$$

$$130 = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P_{\text{ak}}}{10^{-12} \text{ W}} \right) \Rightarrow 13 = \log_{10} \left(\frac{P_{\text{ak}}}{10^{-12}} \right)$$

Oder: 130 dB $\hat{=}$ Faktor 10^{13} in der Leistung

$$\frac{P_{\text{ak}}}{10^{-12}} = 10^{13} \Rightarrow P_{\text{ak}} = 10^{13} \cdot 10^{-12} \text{ W} = 10 \text{ W}$$

2. Berechnung der elektrischen Leistung P_{el} :

$$P_{\text{el}} = \frac{P_{\text{ak}}}{\eta} = \frac{10 \text{ W}}{0,02} = 500 \text{ W}$$

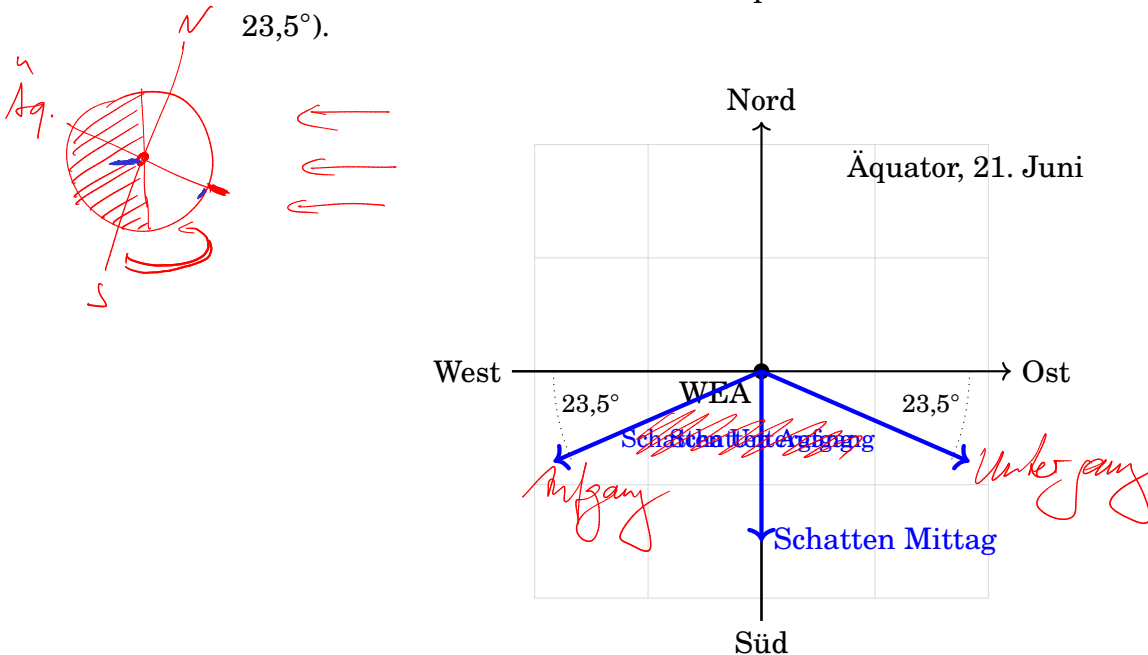
Man muss ihn mit **500 Watt** ansteuern.

4. Schattenrichtungen am Äquator (21. Juni)

Am 21. Juni steht die Sonne im Sommerwendepunkt (ca. $23,5^\circ$ nördliche Breite).

- **Sonnenaufgang:** Sonne im Nordosten \rightarrow Schatten zeigt nach **Südwest**.
- **Mittag:** Sonne im Norden (Zenith bei $23,5^\circ$ N, Beobachter bei 0°) \rightarrow Schatten zeigt nach **Süden**.
- **Sonnenuntergang:** Sonne im Nordwesten \rightarrow Schatten zeigt nach **Südost**.

Der Winkel zur Ost-West-Achse entspricht der Deklination der Sonne ($\delta \approx 23,5^\circ$).



5. Wasservolumen für 1 kWh

Gegeben: $E = 1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$, $h = 10 \text{ m}$, $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$.

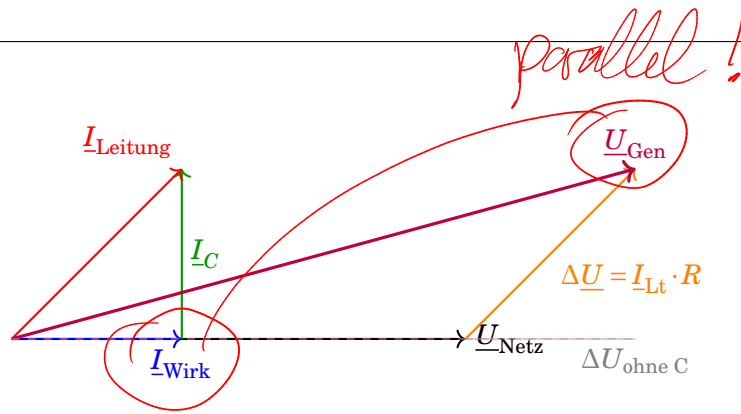
Gesucht: Volumen V .

Formel:

$$E = m \cdot g \cdot h = (\rho \cdot V) \cdot g \cdot h \Rightarrow V = \frac{E}{\rho \cdot g \cdot h}$$

Einsetzen:

$$V = \frac{3600000 \text{ J}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ m}} \left(\approx 36,7 \text{ m}^3 \right)$$



12. Fisch im verengten Rohr (Bernoulli)

Es passiert **C** (der Fisch wird dicker).

Begründung: ^{mus} Nach der Bernoulli-Gleichung ($p + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{konst.}$) ~~mus~~ in der Verengung die Strömungsgeschwindigkeit v steigen (Kontinuitätsgleichung), ~~wodurch der~~ statische Druck p des Wassers ~~sinkt~~. Da die Schwimmblase des Fisches mit Gas gefüllt ist, dehnt sie sich aufgrund des gesunkenen Außendrucks aus ($p \cdot V \approx \text{konst.}$), wodurch der Fisch aufgebläht wird.

des

kleiner sein

also