

Wind- und Wasserkraft

Klausur vom 2016-01-25

Musterlösungen

1.



- ① auf Nordhalbkugel
- ② am Äquator
- ③ auf Südhalbkugel

2. Windgeschwindigkeit auf Nebenhöhe:

$$v = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{\lg\left(\frac{100 \text{ m}}{0,1 \text{ m}}\right)}{\lg\left(\frac{10 \text{ m}}{0,1 \text{ m}}\right)}$$

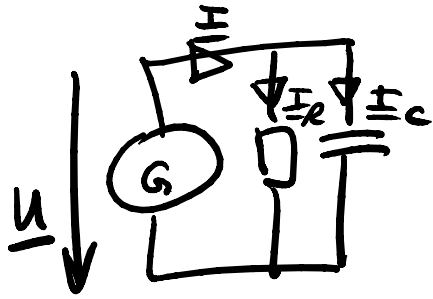
$$= \frac{3}{2} \cdot 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$c_p = \frac{1500 \text{ kW}}{\frac{1}{2} \rho A v^3} = \frac{1500 \text{ kW}}{\frac{1}{2} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \pi \cdot 50 \text{ m}^2 \cdot 9 \frac{\text{m}}{\text{s}}^3}$$

(($\approx 42\%$))

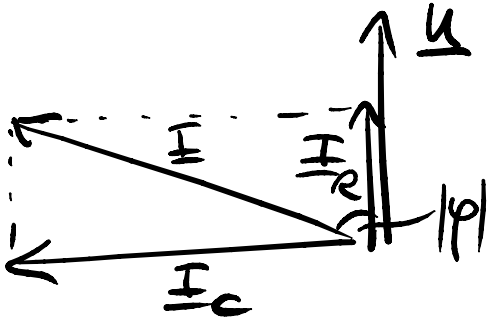
3. Masse $\times 1,2^3$ (weil Volumen $\times 1,2^3$)
 Ertrag $\times 1,2^2$ (weil Fläche $\times 1,2^2$)
 optimale Schwellenanzahl bleibt gleich
 (weil $\lambda =$ Verhältnis zweier Geschwindigkeiten)

4.



$$|I_R| = \frac{1 \text{ kW}}{230 \text{ V}}$$

$$|I_C| = \omega C |U| = 314 \frac{1}{\text{s}} \cdot 100 \mu\text{F} \cdot 230 \text{ V}$$



$$\cos \varphi = \frac{|I_R|}{\sqrt{|I_C|^2 + |I_R|^2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{\frac{|I_C|^2}{|I_R|^2} + 1}}$$

untererwert!

((oder über dem Arkustangens))

$$= \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{314 \frac{1}{\text{s}} \cdot 100 \mu\text{F} \cdot 230 \text{ V}}{1 \text{ kW} / 230 \text{ V}}\right)^2 + 1}}$$

($\approx 0,52$)

5. ((zum Beispiel:))

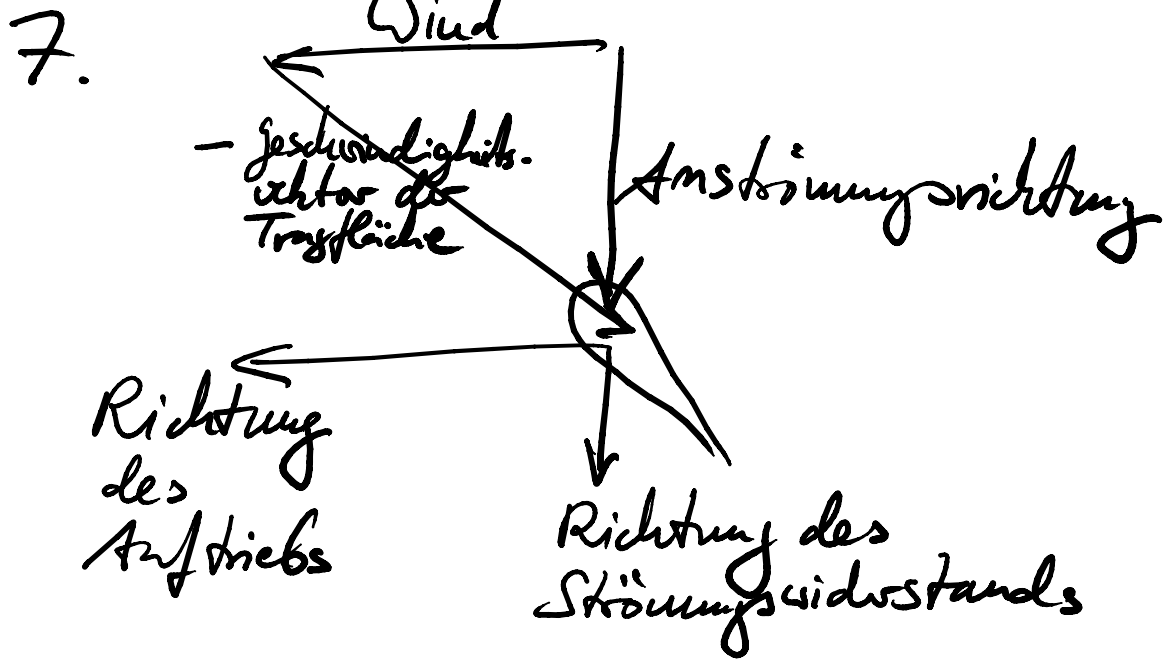
- Zerstörung von Habitats
- Vergärung von Biomasse am Grund eines Stausees
- Sedimentmangel im unteren Teil eines gestauten Flusses

6. Bernoulli: $\text{Atmosphärendruck} + \rho \cdot g \cdot 500 \text{ m}$
 $= \text{gesuchter Druck} + \frac{1}{2} \rho \cdot \left(\frac{2 \text{ km}}{\text{s}}\right)^2$

\Rightarrow gesuchter Druck $\approx 10^5 \text{ Pa} - \frac{1}{2} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 4 \frac{\text{km}^2}{\text{s}^2}$
 $+ 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 500 \text{ m}$

$$= 10^5 \text{ Pa} - 2000 \text{ Pa} + 5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$\approx 51 \text{ bar} \quad \leftarrow \text{vernachlässigbar!}$$



↙ Drehung gegen Uhrzeigersinn führt am schnellsten zu Strömungsabriss

8. Die Schallleistung fällt etwa $\propto \frac{1}{\text{Abstand}^2}$.

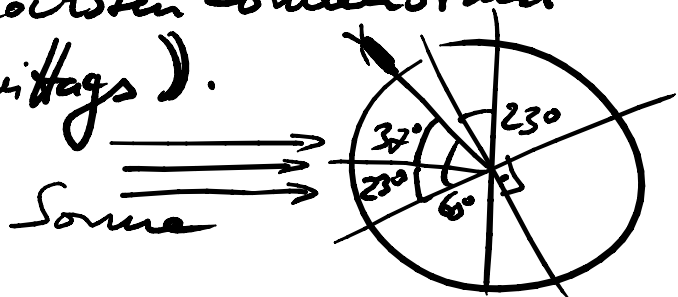
Also:

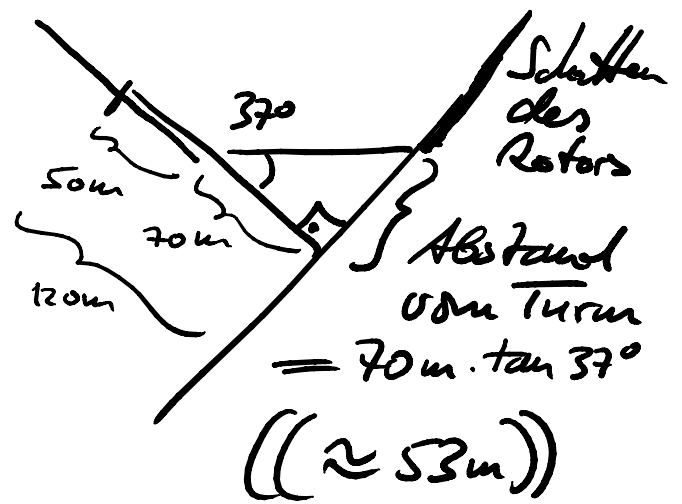
$$\frac{\text{Schallleistung einer Anlage in 1km}}{\text{Schallleistung dreier Anlagen in 2km}}$$

$$= \frac{1}{3 \cdot \frac{1}{2^2}} = \frac{4}{3} > 1$$

Die eine Anlage in 1km ist leuter!

9. Es geht um den höchsten Sonnenstand (also den 21.6. mittags).





10. ((zum Beispiel:))

- windreicher Standort
- kleiner (!) Generator
- großer Rotor

$$F = \frac{\text{Umfangsänderung}}{\text{Zeit}} = \dot{m} v - \dot{m} \cdot 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

11. Leistung im Wasser: $\frac{1}{2} \dot{m} v^2$

= Leistung, die das Peltonrad abführt:

$$\frac{F \cdot \text{Strecke}}{\text{Zeit}} = F \cdot \underbrace{\text{Umfangsgeschwindigkeit}}_{\frac{1}{2} v}$$

$$\Rightarrow F = \dot{m} v = Q \cdot \rho \cdot v$$

$$= 2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 100 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 200 \text{ kN}$$

((Der Durchmesser wird nicht benötigt!))

((Alternativ: $F = \frac{\text{Umfangsänderung}}{\text{Zeit}} = \dot{m} v$
 Geschwindigkeit des Wassers von v auf 0))

12. Bei Kaplan und Francis, um die Kavitationsgefahr zu verringern, denn so lastet die Wassersäule des Untewassers auf der Abgangssite der Turbine.