

Wind- und Wasserkraft

Klausur vom 2022-01-31

Merkerlösungen

$$1. \text{ kW} = \frac{1}{2} \cdot \frac{16}{27} \cdot \rho \cdot A \cdot \left(5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^3$$

$\underbrace{1000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}}_{\text{zu optimistisch!}} \quad \rho \approx \frac{5}{4} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$$\Rightarrow A = \frac{1000}{\frac{16}{27} \cdot \frac{5}{4} \cdot 125} \text{ m}^2$$

$$= \frac{4 \cdot 27}{5} \text{ m}^2 \approx 22 \text{ m}^2$$

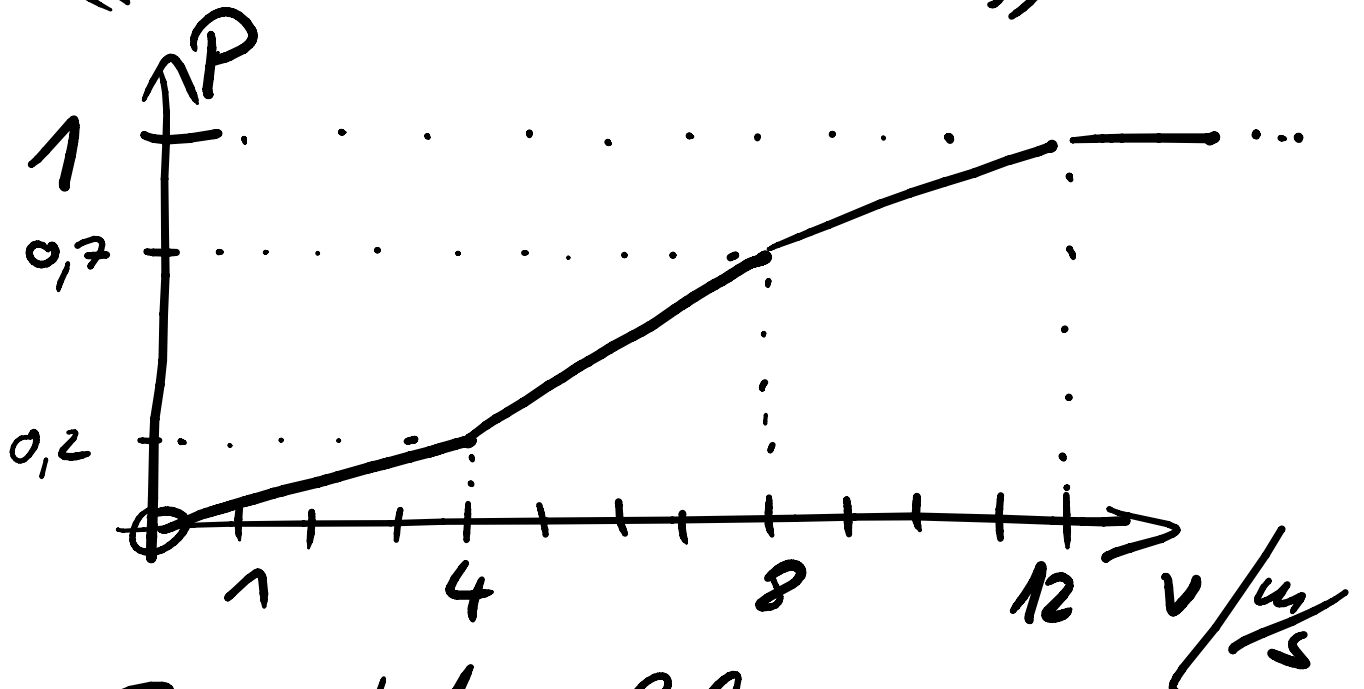
$$2. 100 \text{ MW} = \dot{m} \cdot g \cdot 200 \text{ m}$$

$$= \rho \cdot \dot{V}$$

$$\Rightarrow \dot{V} = \frac{100.000.000 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^3}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 200 \text{ m}}$$

$$\approx 50 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (\text{besser: } 51 \frac{\text{m}^3}{\text{s}})$$

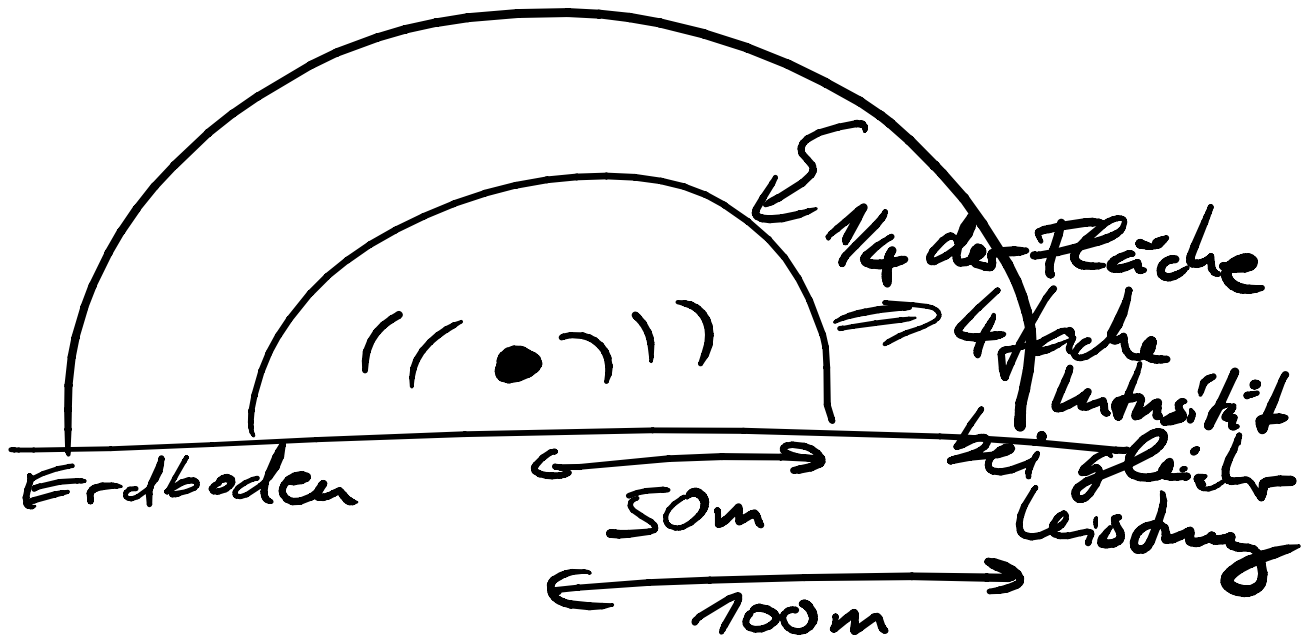
3. (Zum Beispiel so:)



4. Eine hohe Polpaaranzahl bedeutet eine kleine Drehzahl. Man kann dann mit einem einfachen Getriebe oder sogar ohne auskommen (Gericht, Kühlung, Wartung). Allerdings sind Generatoren mit kleiner Polpaaranzahl kompakter (Gericht, Bedarf an Kupfer usw.).

(Nebenbei: großer Rotor \Rightarrow niedrige Drehzahl; vgl. Schnelllaufzahl)

5.

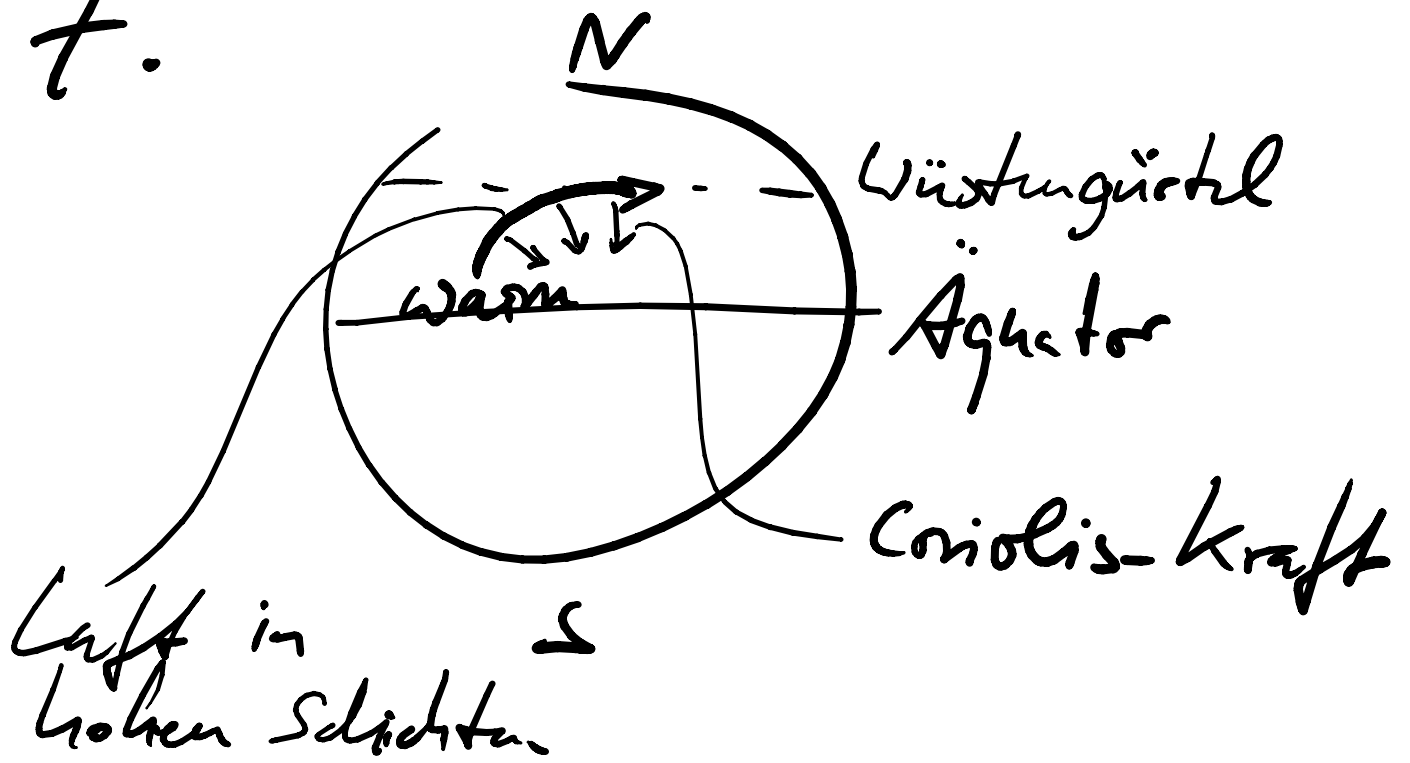


Man müsste den Lautsprecher mit $\frac{1}{4} \cdot 20W = 5W$ ansteueren.

6.

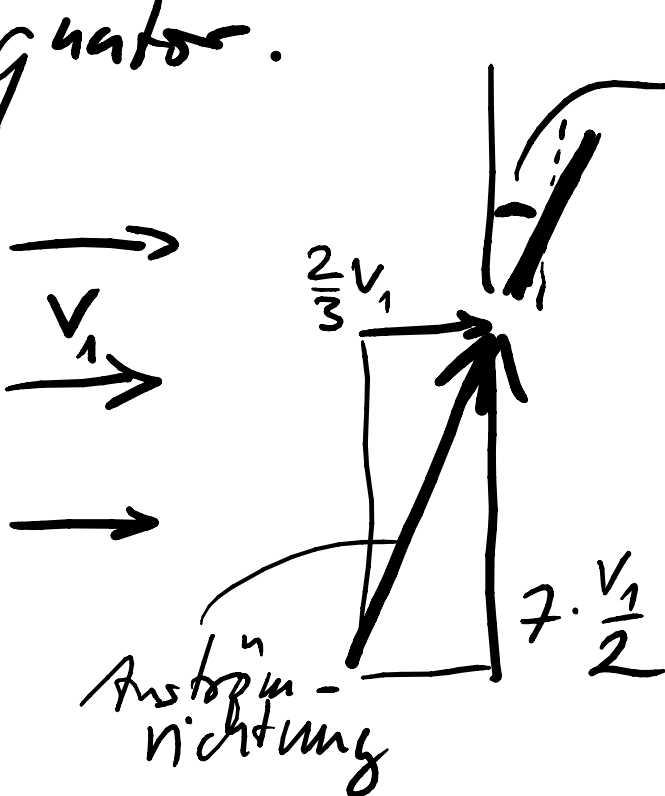
Windenergie stellt nicht auf Abruf bereit; man müsste also eigentlich noch Speicher einrechnen (wenn es die im nötigen Umfang gäbe). Außerdem ist elektrische Energie vielseitiger als z.B. thermische Energie. Um das zu berücksichtigen, kann man alles auf Primärenergie umrechnen, wodurch aber der Strommix in den Vergleich eingeht.

7.



Die Coriolis-Kraft wäre größer, wenn sich die Erde schneller drehen würde, die Krümmung der Bahn der Luft also größer, der Wüstengürtel also näher am Äquator.

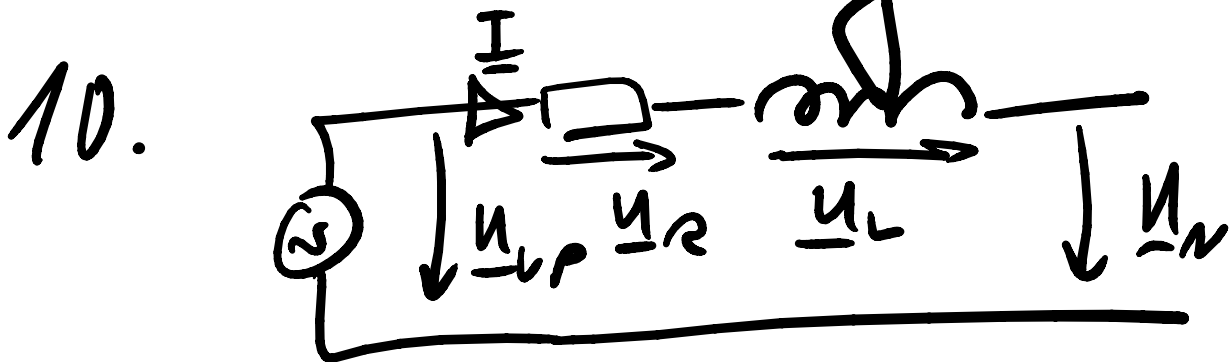
8.



$\arctan\left(\frac{2/3}{7/2}\right)$
 minus
 einige Grad
 Anstellwinkel

$\left(\arctan\left(\frac{4}{21}\right)\right)$
 $\approx \frac{4}{21} \text{ rad}$
 $\approx \frac{4}{21} \cdot 60^\circ \approx 12^\circ$

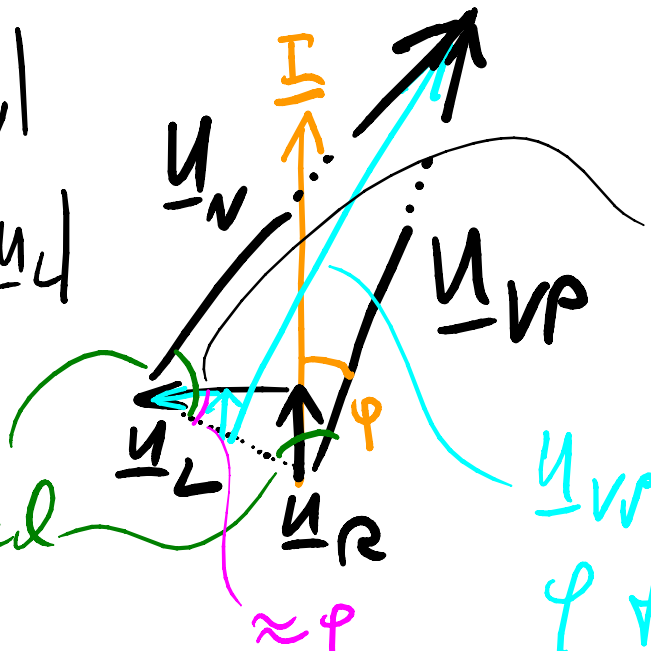
9. Dann würde der Rotor an vielen Tagen viel mehr Leistung liefern können, als der Generator umsetzen kann. Der Rotor müsste also an vielen Tagen stark heruntergelastet werden. Das wäre eine Verschwendung.



$|\underline{U}_{vp}| = |\underline{U}_n|$
und
 $|\underline{U}_n| \gg |\underline{U}_r|, |\underline{U}_L|$

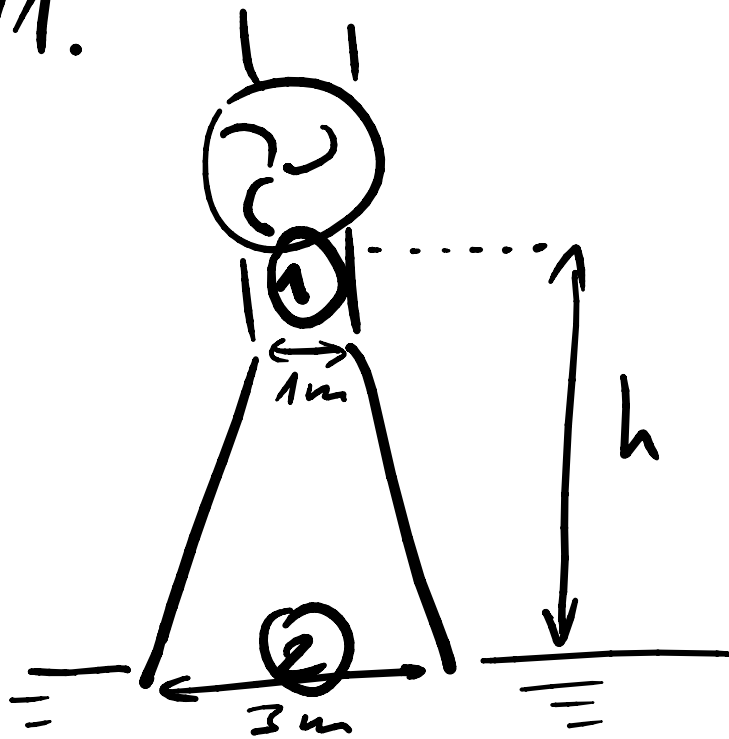
$|\underline{U}_r|$ und $|\underline{U}_L|$
halbieren sich
ungefähr.

beide Winkel
 $\approx 50^\circ$



\underline{U}_{vp} bei halber Länge:
 φ fast unverändert.

11.



$$v_1 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = \frac{5}{3^2} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Bernoulli:

$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h + p_1 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 + 0 + p_2$$

$5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ 0 Pa , $\frac{5}{9} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $\approx 10^5 \text{ Pa}$
 damit garantiert Kavitation

$$\text{Also } h = \left(\frac{1}{2} \rho \left(\left(\frac{5}{9} \right)^2 - 5^2 \right) \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} + \frac{10^5 \text{ Pa}}{\rho} \right) / \rho g$$

$1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$$\left(\approx \frac{1}{10} \left(\frac{25}{81} - 25 \right) + \frac{100000}{1000} \right) \text{ m} \approx 88 \text{ m} \quad \left((8,8 \text{ m}) \right)$$

viel größer

(Zum Beispiel:)

12. Dafür: Regenerativer Energie soll möglichst günstig erzeugt werden. Die preiswerteste Technik soll den Vorrang bekommen.

Dagegen: Wind und PV balancieren sich in D über das Jahr aus: Im Winter* gibt es mehr Wind, im Sommer (viel!) mehr Sonne. Deshalb sollten Wind und PV beide im gleichen Maße ausgebaut werden, auch wenn eines davon teurer ist als das andere.

* und nachts ;-)