

Wind- und Wasserkraft

Klausur vom 2018-04-06

1. Bei gleicher Rotorkonform (trotz verschiedener Größe) sollten die optimalen Schnelllaufzahlen ^{= Umfangsgeschwindigkeit / ungestörte Windgeschwindigkeit} gleich sein. Bei gleicher Windgeschwindigkeit sollten deshalb auch die Umfangsgeschwindigkeiten gleich sein. Die größeren Rotoren haben aber einen größeren Umfang, benötigen also weniger Umdrehungen pro Minute für die gleiche Umfangsgeschwindigkeit.
2. • Der DFIG kann in einem großen Bereich von Drehzahlen arbeiten, weil es einen Umrichter hat. Der Käfigläufer hat dagegen nur einen begrenzten Schlupf.
 - Der K.L. ist wartungsärmer als der DFIG, weil es keine Schleifringe hat.
 - Der DFIG ist aufwändiger und damit teurer als der K.L. (Weiterer Aspekt: Blindleistung)

$$3. \frac{\text{Schallleistung B}}{\text{Schallleistung A}} = 10^{0,2}$$

Wollen: Schallstärke in 1000m um A
 " " " x um B

$$\Rightarrow 10^{0,2} = \left(\frac{x}{1000\text{m}} \right)^2 \quad \text{weil Schallintensität quadratisch mit Entfernung geht}$$

$$\Rightarrow x = 1000\text{m} \cdot 10^{0,1} \quad (\approx 1300\text{m})$$

4. Es wird auf den anzulegenden Wert geboten. 0 €/kWh heißt, dass man auf die Marktpremie aus der EEG-Umlage verzichtet, mit der sonst der mittlere Marktpreis auf den anzulegenden Wert aufgestockt wird. Dies könnte sich demnach lohnen, weil die Netzanschlusskosten nicht vom Windparkbetreiber zu zahlen sind und man auf viel größere WEA als die heutigen spekuliert.

5. Volumen des Stollens: $V = 2 \text{ km} \cdot 15 \text{ m}^2$
 Potenzielle Energie dieses Volumens
 an Wasser an der Erdoberfläche
 im Verhältnis zum Stollen:

$$E = \rho \cdot V \cdot g \cdot 300 \text{ m}$$

$$\approx \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{\text{m}^3} \cdot 2 \text{ km} \cdot 15 \text{ m}^2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 300 \text{ m}$$

$$= 90.000.000.000 \text{ J}$$

$$= \frac{90.000.000.000}{1000 \cdot 3600} \text{ kWh}$$

$$= 25.000 \text{ kWh}$$

$$W_s = \frac{\text{kWh}}{1000} \cdot \frac{\text{h}}{3600}$$

6. 5m jede Sekunde



⇒ Volumen $5 \text{ m} \cdot 100 \text{ m}^2$ jede Sekunde
 $\frac{1}{20} \text{ m}^3$ $\frac{100}{100 \cdot 100} \text{ m}^2$

⇒ Masse $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1}{20} \text{ m}^3$ jede Sekunde
 50 kg

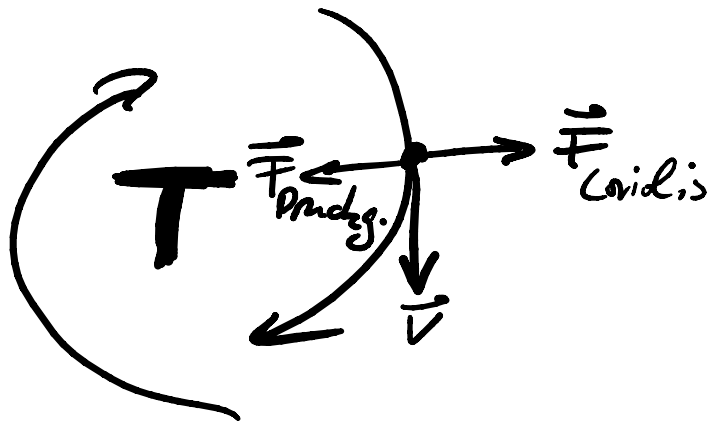
↓
 ⇒ Kin. Energie $\frac{1}{2} 50 \text{ kg} \cdot \left(5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$ jede Sekunde

$$\Rightarrow \text{Leistung } \frac{1}{2} \cdot 50 \text{ kg} \cdot \left(5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 / 1 \text{ s}$$

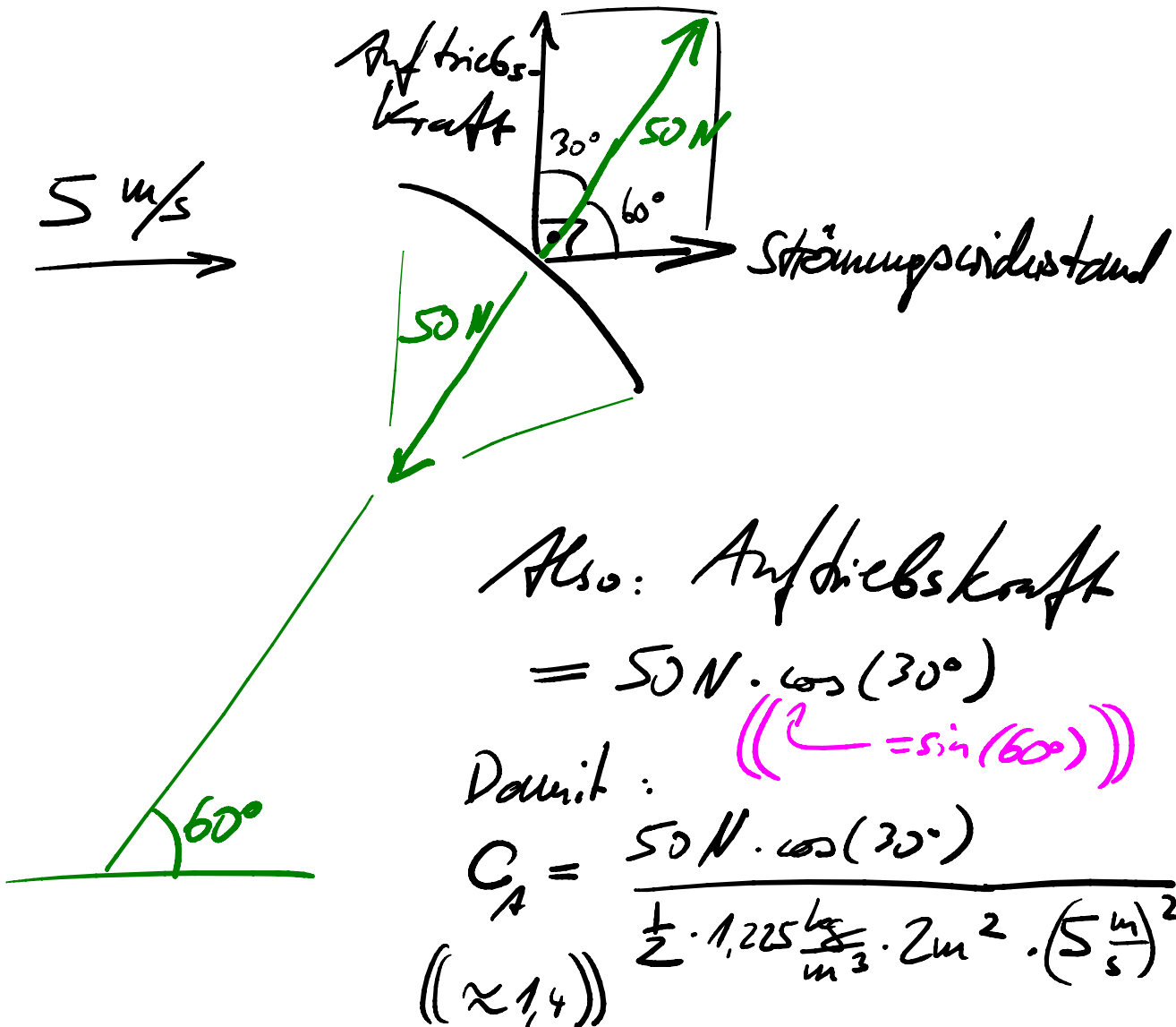
$$= 625 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^3}$$

W

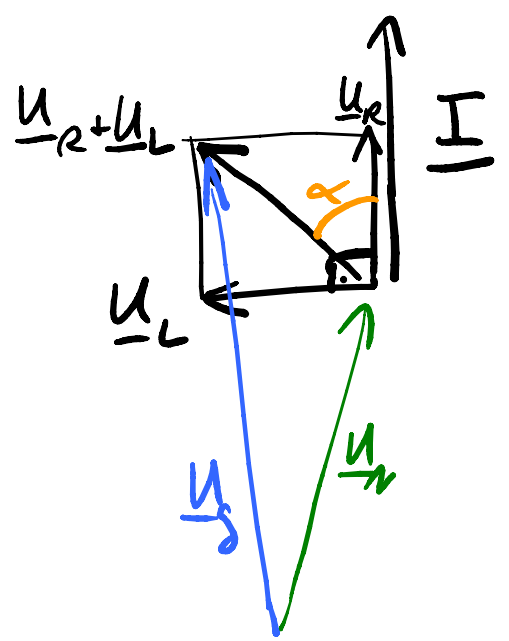
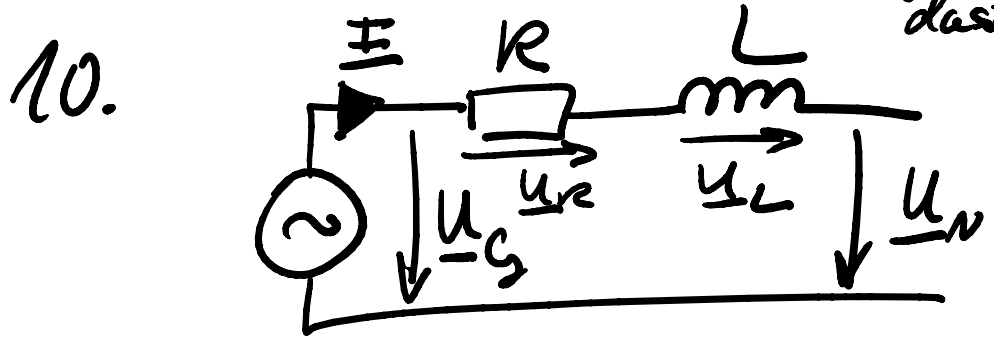
7.



8.



9. Rotor vergrößern : Jahresunterausgrad steigt, weil Generator besser ausgelastet.
 Generator vergrößern : J.Ng. sinkt, weil Generator schlechter ausgelastet
 Turm verlängern : J.Ng. steigt, weil Windgeschwindigkeit größer, so dass Generator besser ausgelastet.



$|U_N|$ ist fest.
 $|U_g|$ wird so groß wie möglich, wenn U_g in die Richtung von $U_R + U_L$ zeigt:

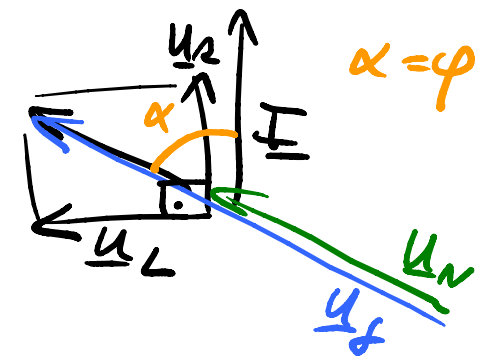
$$|U_R| = R \cdot |I|$$

$$|U_L| = 2\pi f L \cdot |I|$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{|U_L|}{|U_R|}\right)$$

$$= \arctan\left(\frac{2\pi f L}{R}\right)$$

Spannung in Erzeugerpfilsystem gibt vor: übererregt!



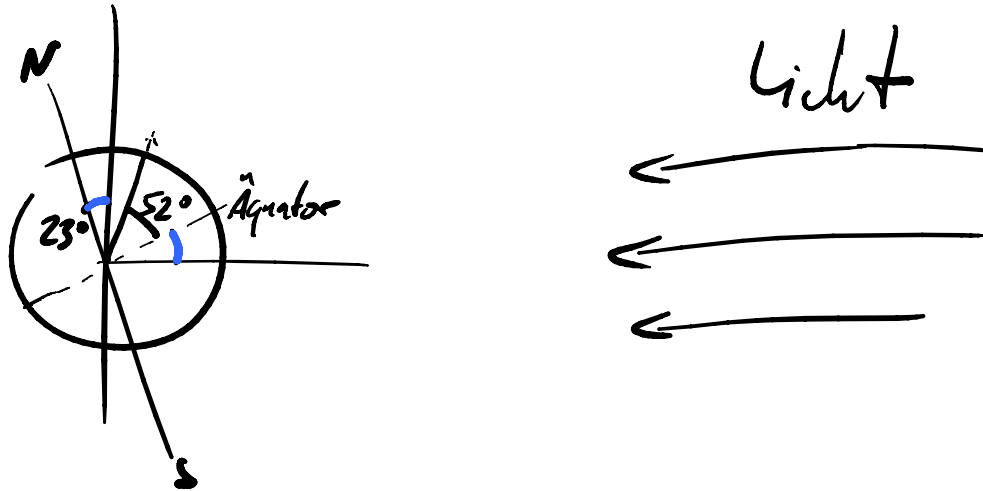
Also $\cos(\varphi) = \cos\left(\arctan\left(\frac{2\pi f L}{R}\right)\right)$
 $= \cos\left(\arctan\left(\frac{34 \frac{1}{5} \cdot 3 \text{ mH}}{2 \Omega}\right)\right)$

(oder... = $\arccos\left(\frac{R}{\sqrt{R^2 + (2\pi f L)^2}}\right)$)

($\approx 0,90$) ($= \frac{2 \Omega}{\sqrt{(2 \Omega)^2 + (34 \frac{1}{5} \cdot 3 \text{ mH})^2}}$)

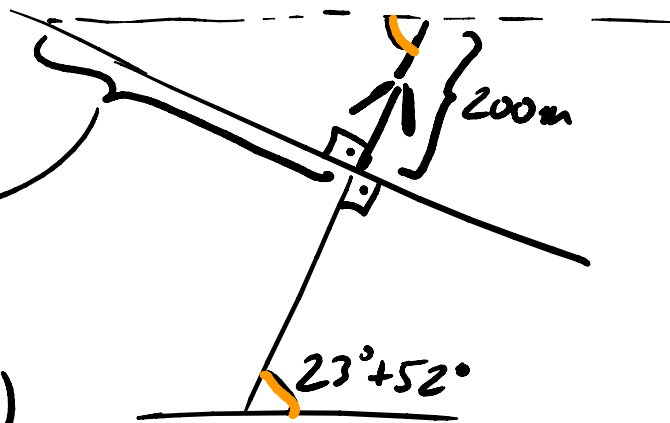
11. Schatten weist nach Norden.
 \Rightarrow Sonne steht mittags möglichst tief.

Situation also:



Im Detail:

$$\begin{aligned} \text{Schattenlänge} &= 200 \text{ m} \cdot \tan(75^\circ) \\ &(\approx 750 \text{ m}) \end{aligned}$$



12. Das stimmt, wenn das zu pumpende Wasser unter Atmosphärendruck steht und die Pumpe oben installiert ist (also saugend). Selbst, wenn die Pumpe ein Vakuum erzeugen würde, hebt der Atmosphärendruck das Wasser nur $\frac{1013}{3 \cdot 9} \approx 10 \text{ m}$ hoch.