

Ph-Q4 Übungsklausur Wind-/Wasserkraft

28.02.2016

Aufgabe 1

1. Berechnen Sie die durch den Luftwiderstand verursachte maximale Kraft auf die abgebildete Parabolantenne. ($r=15\text{m}$) Nennen Sie ihre Annahmen. Der Wind erreicht eine Geschwindigkeit von 50km/h .

$$F_w = \frac{1}{2} * 1,3 * 1,25 * \pi * 15^2 * (50/3.6)^2 = 110,8 \text{ kN}$$

2. Die Konstruktion hält einer Windkraft von 100kN stand. Bei welcher Windgeschwindigkeit würde diese erreicht? $v = 48,48 \text{ m/s}$
3. Wie ändern sich die Werte aus 1. und 2. prozentual, wenn die Antenne mit einer Plane (kann als Fläche gesehen werden) abgedeckt werden kann?

Der cw-Wert sinkt von 1,3 auf 1,11 (runde Scheibe), also 85%.-Verhältnis, die kritische Geschwindigkeit steigt um 8,5%.



Aufgabe 2

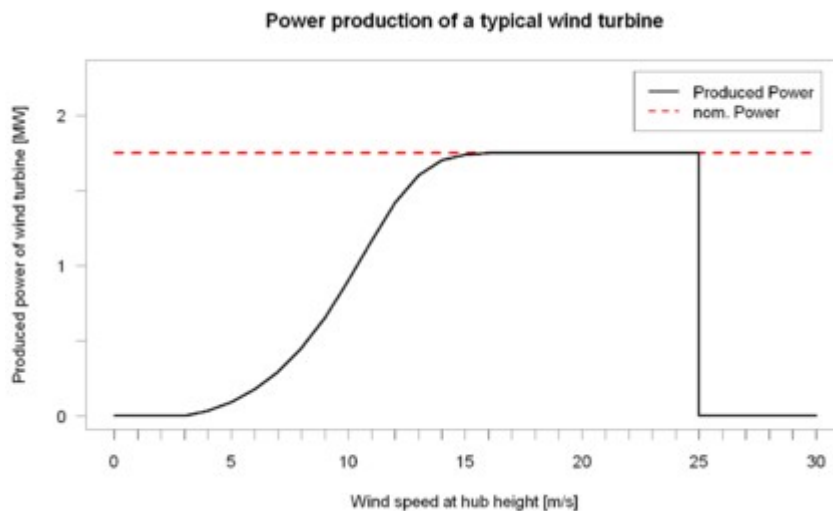


Abb.1
Das Regelungsdiagramm einer Windkraftanlage.

Geschwindigkeit	Wahrscheinlichkeit
5m/s	10,00%
10m/s	20,00%
15m/s	40,00%
20m/s	10,00%
25m/s	15,00%
30m/s	5,00%

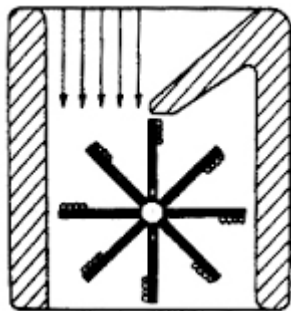
Tab.1

- a.) Beschreiben Sie die wesentlichen Merkmale der abgebildeten Regelung.
Die WKA wird bei 3m/s angefahren. Zunächst steigt die Leistung ungebremst mit dem Angebot. Ab 12m/s wird die Leistung durch pitchen der Blätter gedrosselt, so dass die Nennleistung von 1,75MW erreicht wird. Ab 25m/s wird die Anlage aus Sicherheitsgründen abgestellt.
- b.) Berechnen Sie die mittlere Leistungsabgabe der dargestellten WKA.

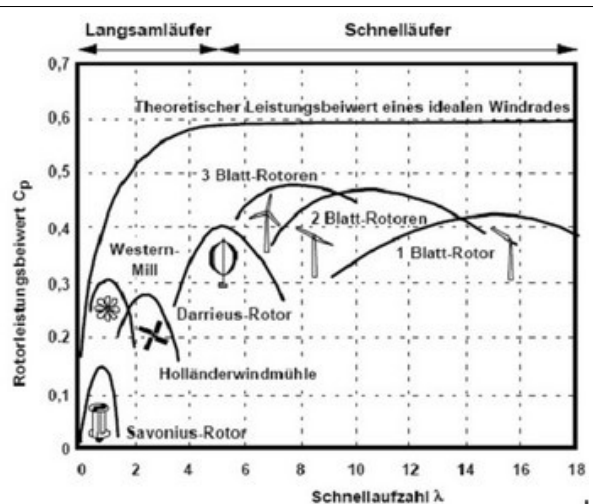
$$P = 0,1 * 0,1 + 0,2 * 1 + (0,4 + 0,1 + 0,15) * 1,75 = 1,3475 \text{ MW}$$

$$P_2 = \frac{1}{2} * 1,25 * \pi * 50^2 * (0,1 * 5^3 + 0,2 * 10^3 + 0,4 * 15^3 + 0,1 * 20^3 + 0,15 * 25^3) = 23,1 \text{ MW}$$
- c.) Welchen Wirkungsgrad hat die Anlage bei einem Rotordurchmesser von 100m?
Der Quotient P/P_2 ergibt den Wirkungsgrad. Dieser ist mit etwa 5% offensichtlich zu gering, da der wahre Radius der Anlage für das Diagramm von mir falsch eingeschätzt wurde.
- d.) Welche Regelungsmechanismen sind zum Schutz gegen eine Überlastung bei Sturm denkbar?
Das Drehen des Rades aus dem Wind, das Abbremsen bis zum Stillstand und das Drehen der Rotorblätter (pitchen) sind mögliche Regelungen.

Aufgabe 3



Draufsicht auf eine persische Windmühle.



1. Berechnen Sie die mittlere Leistung dieser historischen Holländer-Windmühle. Ein Flügel habe die Länge von 8m. Beachten Sie, dass die Anlage nur maximal 15m/s Winddruck aushält.

$$P = \frac{1}{2} * 0,27 * 1,25 * \pi * 8^2 * (0,1 * 5^3 + 0,2 * 10^3 + 0,4 * 15^3) = 53 \text{ kW}$$

2. Vergleichen Sie die Holländer-Windmühle mit der persischen Windmühle bezüglich ihres Wirkprinzips.
Die Holländer-Windmühle hat angeschrägte Flügel, die nach dem Widerstandsprinzip anlaufen, dann aber den Auftrieb des Windes ausnutzen. Die persische Windmühle aus dem 7. Jahrhundert funktioniert noch nach dem

Widerstandsprinzip, da die Flügel vom Wind weggedrückt werden. Merke: Wenn die Flügel quer zum Wind bewegt werden ist es ein Auftriebsläufer.

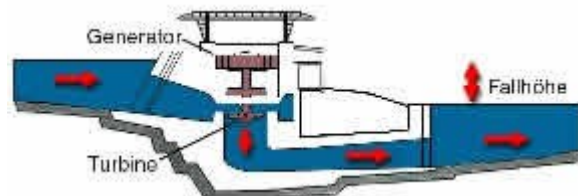
3. Erklären Sie den Nutzen der rechten Mauer.

Die Mauer schattet die Rücklaufseite ab und führt den Wind gleichzeitig auf die Wirkfläche.

Aufgabe 4

Laufwasserkraftwerk

Laufwasserkraftwerke befinden sich meist an großen Flüssen. Die Fallhöhe des Wassers liegt im Bereich von 10-20 m.



a) Warum eignen sich Laufwasserkraftwerke nicht zur Abdeckung der Spitzenlast?

Spitzenlasten entstehen z.B., wenn in der Länderspielpause „ganz Deutschland aufs Klo geht“. Das Laufwasserkraftwerk kann sich aber keine Leistung aufsparen, ist damit also ungeeignet.

b) In einem Laufwasserkraftwerk ist der maximale Durchfluss $2040 \text{ m}^3/\text{s}$, die Fallhöhe des Wassers beträgt 16 m. Berechnen Sie die maximal mögliche Leistung des Kraftwerkes.

$$P = 2040 \cdot 9,81 \cdot 1000 \cdot 16 = 320,2 \text{ MW}$$

c) Die tatsächliche Leistung des Kraftwerkes ist 282 MW. Wie groß ist der Wirkungsgrad der Anlage?

$$\eta = 282 / 320,2 = 0,88$$

Formeln zur Windkraft

$$P = \frac{1}{2} c_p \cdot A \cdot \rho \cdot v^3 \quad , \quad F_{\text{widerstand}} = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$