

Gedächtnisprotokoll Online-Klausur Windenergieanlagen 1, 28.2.2022

Lehrperson: Jan Liersch

Open-Book-Klausur. 90 min + 10 min, um den Rechenweg zur Rechenaufgabe per Email hinterzuschicken (man konnte stattdessen auch direkt den Editor benutzen). Es gab 16 Fragen. Die Rechenaufgabe gab 6, alle anderen Aufgaben jeweils 2 Punkte. Die Probeklausuren, die zuvor auf ISIS gestellt wurden, kamen der echten Klausur recht nah, zwei Aufgaben wurden direkt übernommen. Da es eine Online-Klausur war, wurde nichts zu Diagrammen gefragt.

1. Rechenaufgabe mit 3 Teilen

Gegeben: P_N , c_T , λ , z , η_{Gen} , η_{Getr} , ρ_{Luft} , v_N

a) Berechnen Sie die Staukraft F_{St} und den Durchmesser D des Rotors.

Für Teil b) und c) war dann ein Durchmesser gegeben, falls dieser bei a) nicht bestimmt wurde

b) Berechnen Sie die Drehzahl n und das Drehmoment M am Rotor für λ_N und v_N .

c) Berechnen Sie die Schubkraft T_{Blatt} pro Rotorblatt.

Freitextaufgaben:


2. Warum haben Langsamläufer einen niedrigeren Wirkungsgrad als Schnellläufer?
3. Warum haben Widerstandsläufer einen niedrigeren Wirkungsgrad als Auftriebsläufer?
4. In welchem Betriebspunkt gibt das Froude-Rankine-Theorem nicht mehr (Stillstand, optimaler Betriebspunkt, Leerlauf)? Begründen Sie.
5. Warum ändert sich der Bauwinkel über den Radius der WEA? Kann der Anströmwinkel durch Pitchen des Rotors über den Radius konstant gehalten werden?
6. Kann eine WEA auch ohne Gondelanemometer geregelt werden? Begründen Sie.
7. Zählen Sie 4 Aspekte auf, die bei der Standortanalyse beachtet werden müssen.
8. Zählen Sie 4 Gründe auf, warum WEA geregelt werden müssen.

Single-Choice-Fragen:

9. Was unterscheidet den bodennahen vom geostrophischen Wind?

Was unterscheidet den Wind in der Bodengrenzschicht von dem geostrophischen Wind?

Wählen Sie eine Antwort:

- a. Der Wind in der Bodengrenzschicht ist besser geeignet für Windturbinen mit vertikaler Achse
- b. Der Wind in der Bodengrenzschicht ist durch höhere Geschwindigkeitsgradienten gekennzeichnet. 
- c. In der bodennahen Grenzschicht kann eine Windturbine theoretisch einen maximalen Wirkungsgrad von 16/27 erreichen.
- d. In der bodennahen Grenzschicht kann wegen des Windprofils eine WEA nie bis zum Leerlauf beschleunigt werden.

10. Eine nach Schmitz ausgelegte WEA hat 2 Rotorblätter. Was passiert, wenn man eines der Blätter mit der Nase nach hinten pitcht?

- a. c_M im Leerlauf sinkt.
- b. Anlaufmoment steigt.
- c. Anlaufmoment sinkt.
- d. $c_T(\lambda = 0)$ steigt.

11. Welches Anlagenkonzept ist nicht realisierbar?
- Synchrongenerator und dynamischer Schlupfregelung
 - ...
12. Eine WEA befindet sich im Vollastbetrieb und wird von einer starken Böe getroffen. Was passiert?
- Rotormoment steigt an, Schlupf nimmt zu, Drehzahl nimmt zu, Lastmoment nimmt zu gleich
 - Rotormoment steigt an, Schlupf bleibt gleich, Drehzahl bleibt gleich, Lastmoment steigt
 - Rotormoment bleibt gleich, Schlupf nimmt zu, Drehzahl bleibt gleich, Lastmoment bleibt gleich
 - Rotormoment bleibt gleich, Schlupf bleibt gleich, Drehzahl nimmt zu, Lastmoment bleibt gleich
- Oder so ähnliche Auswahlmöglichkeiten

13.

Was ist Repowering?

- 3 WEA mit je $P_N = 2MW$ werden abgebaut und an einem ertragreicheren Ort wieder aufgebaut.
- 3 WEA mit je $P_N = 2MW$ werden ersetzt durch 2 WEA mit je $P_N = 4MW$ am selben Ort. ✓
- 3 WEA mit je $P_N = 2MW$ und Restlaufzeit werden abgebaut und auf dem globalen Markt veräußert.
- 3 WEA mit je $P_N = 2MW$ werden nach 20 Jahren Betrieb zurückgebaut.

14. Ein Rotor wird mit dem Faktor 2 skaliert. Welche Aussage stimmt.
- Biegespannung aus dem Gewicht bleibt gleich
 - Zugspannung aus Fliehkraft wird doppelt so groß
 - Biegespannung aus aerodynamischen Lasten bleibt gleich
 - Drehzahl bleibt gleich
15. Was wird genau bei einem Windkanalversuch gemacht und gemessen?
- Hochfahren ohne Last in den Leerlauf. Messung der Drehzahl und des Drehmoment.
 - Hochfahren in den Leerlauf, dabei wird die Last variiert
 - Hochfahren in den Leerlauf, mit verschiedenen Windgeschwindigkeiten
 - ...
- Oder so ähnliche Auswahlmöglichkeiten
16. Bei welchem Konzept ändert sich die Betriebscharakteristik im Vollastbereich?
- Dänisches Konzept
 - ...