

Wind- und Wasserkraft

B. Eng. Regenerative Energien

Klausur vom 23. September 2015

Jörn Loviscach

Versionsstand: 22. September 2015, 22:04



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Germany License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

Drei Punkte pro Aufgabe. Mindestpunktzahl zum Bestehen: 15 Punkte. Hilfsmittel: maximal zwei einseitig beschriftete oder ein beidseitig beschrifteter DIN-A4-Spickzettel beliebigen Inhalts, möglichst selbst verfasst oder zusammengestellt; Wörterbuch (z. B. Deutsch-Portugiesisch); kein Skript, keine andere Formelsammlung, kein Taschenrechner, kein Computer (auch nicht wearable), kein Handy.

Name	Vorname	Matrikelnummer	E-Mail-Adresse

Fingerübungen

1. Angenommen, eine Pitch-geregelte Windkraftanlage arbeitet verlustfrei nach Betz. Sie hat einen Rotordurchmesser von 100 m, eine Nenngeschwindigkeit von 10,0 m/s in Nabenhöhe und folgende Windstatistik in Nabenhöhe:

Windgeschwindigkeit v	Wahrscheinlichkeit
3,5 m/s $\leq v < 4,5$ m/s	15 %
4,5 m/s $\leq v < 5,5$ m/s	20 %
5,5 m/s $\leq v < 6,5$ m/s	15 %
6,5 m/s $\leq v < 7,5$ m/s	10 %
7,5 m/s $\leq v < 8,5$ m/s	10 %
8,5 m/s $\leq v < 9,5$ m/s	10 %
9,5 m/s $\leq v < 10,5$ m/s	10 %
10,5 m/s $\leq v < 11,5$ m/s	5 %
11,5 m/s $\leq v < 12,5$ m/s	5 %

Bestimmen Sie den mittleren Jahresenergieertrag der Anlage (Formel nicht weiter auswerten oder vereinfachen).

2. In einer Windkraftanlage mit 50 m Rotordurchmesser wird über ein Getriebe ein vierpoliger Synchrongenerator betrieben, der über einen Transformator mit dem europäischen Netz verbunden ist. Der Rotor soll bei einer (ungestörten) Windgeschwindigkeit von 5 m/s die Schnelllaufzahl 7 haben. Welche Übersetzung muss das Getriebe haben?
3. Was ist Flicker? Welche Flickerfrequenz (in Hz) erwartet man bei einer herkömmlichen Windturbine bei einer Zeit von 4 s pro Umdrehung? Ist diese Frequenz im für Flicker kritischen Bereich?
4. Erklären Sie drei Vorteile (jeweils ein Satz) von Offshore- gegenüber Onshore-Windkraftanlagen.
5. In der Energiegewinnung durch Wasserkraft kann man drei verschiedene Anteile unterscheiden. Beschreiben Sie diese (jeweils ein Satz).
6. In einer horizontalen, 100 m langen Leitung mit 2 m Durchmesser bewegt sich Wasser mit einer Geschwindigkeit von 1 m/s. Welche kinetische Energie besitzt das Wasser in der Leitung?

Kreative Anwendung

7. Wir sind auf der Nordhalbkugel der Erde. Luft bewegt sich bodennah spiralenförmig in ein Tief. Skizzieren Sie, welche (Schein-)Kräfte auf ein Luftpaket wirken.
8. Ist es für ein Flugzeug leichter, *mit* oder aber *gegen* den Wind zu starten? Und wie ist das bei der Landung? Begründung! (ca. drei Sätze, ggf. Skizze)
9. Bei der genaueren Planung einer Windkraftanlage stellt sich heraus, dass mit einer 5 % geringeren mittleren Windgeschwindigkeit gerechnet werden muss, als bisher geplant. Um wie viel Prozent könnte man die Rotorblätter verlängern, um dies auszugleichen?
10. Eine Windkraftanlage mit einem Verschiebungsfaktor $\cos \phi$ von 0,95 untererregt am Verknüpfungspunkt ist über eine Mittelspannungs-Freileitung mit dem Netz verbunden. Es fließt ein Wechselstrom von 200 A effektiv. Die Leitung wird durch einen ohmschen Widerstand von 2Ω modelliert, ohne Induktivität. Um wie viel Volt ist die Effektivspannung am Verknüpfungspunkt höher als die im Netz?
11. An welchen Tagen (Datum?) zeigt der Schatten einer Windkraftanlage bei Sonnenuntergang genau in Richtung Osten? Skizze!
12. Wasser fällt aus einem 200 m höheren Becken in ein Pelton-Rad mit einem Durchmesser von 1,5 m. Welche Drehzahl (Umdrehungen pro Minute) ist optimal?