

Wind- und Wasserkraft

B. Eng. Regenerative Energien

Klausur vom 25. Januar 2016

Jörn Loviscach

Versionsstand: 1. September 2019, 20:22



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.

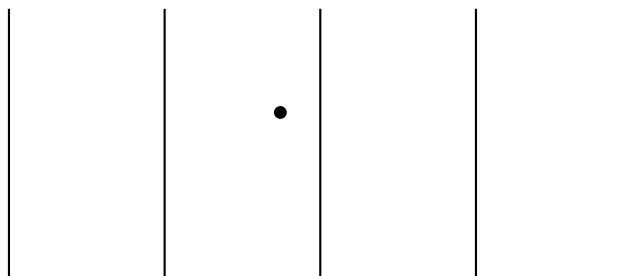
Drei Punkte pro Aufgabe. Mindestpunktzahl zum Bestehen: 15 Punkte. Hilfsmittel: maximal drei einseitig beschriftete DIN-A4-Spickzettel beliebigen Inhalts, möglichst selbst verfasst oder zusammengestellt; Wörterbuch (z. B. Deutsch–Portugiesisch); kein Skript, keine andere Formelsammlung, kein Taschenrechner,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

Name	Vorname	Matrikelnummer	E-Mail-Adresse, falls nicht in ILIAS-Gruppe

Fingerübungen

1. Angenommen, die Isobaren auf der Wetterkarte sehen aus wie hier abgebildet. Weiter angenommen, die Luft ruht aktuell. Skizzieren Sie prinzipiell, wie sich das mit einem Klecks eingezeichnete Luftpaket bewegt. Tun Sie das für drei Situationen: auf der Nordhalbkugel, am Äquator und auf der Südhalbkugel.

995 hPa 1000 hPa 1005 hPa 1010 hPa 1015 hPa



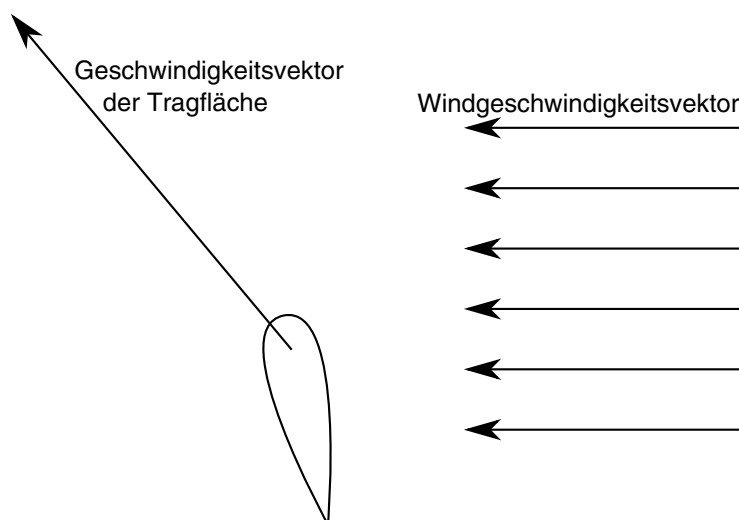
2. Der Wind hat momentan eine Geschwindigkeit von 6 m/s in 10 m Höhe, bei einem logarithmischen Windprofil mit einer Rauigkeitslänge von 0,1 m. Eine Windturbine mit einer Nabenhöhe und einem Durchmesser^{c1} von 100 m liefert momentan 1500 kW. Was ist ihr momentaner Leistungsbeiwert?

^{c1} text added by jl

3. Es sind zwei Rotoren für eine Windturbine verfügbar. Rotor A hat einen Durchmesser von 100 m; Rotor B hat einen Durchmesser von 120 m und ist die maßstabgerechte Vergrößerung von Rotor A (alle Abmessungen um den gleichen Faktor erhöht). Um welchen Faktor ändern sich jeweils folgende Größen, wenn man von Rotor A auf Rotor B wechselt?
 - Masse des Rotors
 - Ertrag bei gleicher Nabenhöhe und hinreichend starkem Generator
 - optimale Schnelllaufzahl
4. An einen Wechselspannungsgenerator (Klemmenspannung 230 V effektiv, 50 Hz) sind parallel eine ohmsche Last mit einer Leistung von 1 kW und eine Kapazität von 100 μF angeschlossen. Bestimmen Sie den $\cos(\phi)$ des Generators (wie üblich: Formel für Taschenrechner genügt) und geben Sie an, ob er untererregt oder übererregt betrieben wird.
5. Beschreiben Sie drei ökologische Probleme der Wasserkraftnutzung (jeweils ein Satz).
6. Ein Wasserkraftwerk hat eine Druckleitung den Berg hinab, in der sich das Wasser aktuell mit einer Geschwindigkeit von 2 m/s bewegt. Welcher statische Druck herrscht in einer Höhe von 500 m unter dem Oberwasserspiegel in der Druckleitung?

Kreative Anwendung

7. Eine Tragfläche bewegt sich mit den eingezeichneten Geschwindigkeitsvektor in einem Wind mit dem eingezeichneten Geschwindigkeitsvektor. Ergänzen Sie in diesem Diagramm folgende drei Richtungen: Anströmung, Strömungswiderstand, Auftrieb. In welche Richtung ist die Tragfläche zu drehen, um schnell einen Strömungsabriss herbeizuführen?



8. Was hört sich lauter an: eine Windkraftanlage in 1 km Entfernung oder drei Windkraftanlagen vom selben Typ in 2 km Entfernung? Begründung!

9. Eine Windkraftanlage hat einen Rotor mit 100 m Durchmesser auf einem 120 m hohen Turm. Sie steht bei 60° nördlicher Breite. Was ist, wenn der Rotor zur Sonne zeigt,^{c1} der kürzeste Abstand vom Schatten des Rotors zum Fußpunkt des Turms? (Die Erdneigung beträgt 23° .)
10. Wie lässt sich für Windkraftanlagen ein hoher Jahresnutzungsgrad erreichen? Nennen Sie drei Möglichkeiten.
11. Ein Wasserstrahl mit einem Volumenstrom von $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ trifft mit einer Geschwindigkeit von 100 m/s auf ein optimal belastetes Pelton-Rad mit einem Durchmesser von $1,5 \text{ m}$. Schätzen Sie, welche Kraft auf die jeweils getroffene Schaufel wirkt.
12. Bei welcher der drei Turbinenarten Kaplan, Francis, Pelton ist ein Einbau *unterhalb* des Unterwasserspiegels sinnvoll? Warum?

^{c1} text added by jl