

Wind- und Wasserkraft

B. Eng. Regenerative Energien

Klausur vom 27. Januar 2023

Jörn Loviscach

Versionsstand: 26. Januar 2023, 22:26

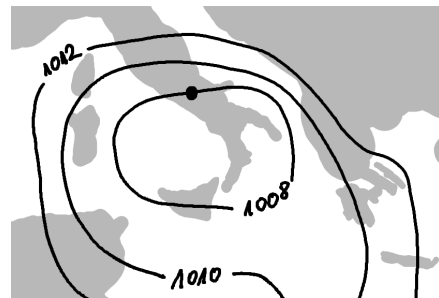


This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Germany License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105,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

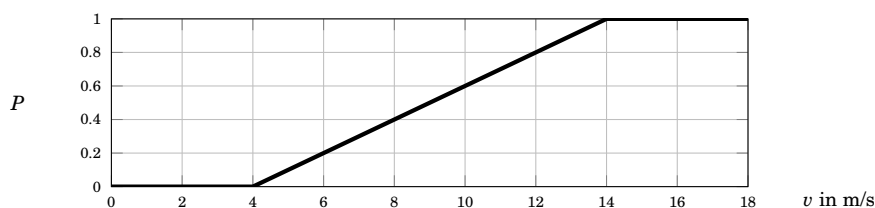
Drei Punkte pro Aufgabe. Mindestpunktzahl zum Bestehen: 15 Punkte. Hilfsmittel: maximal drei einseitig beschriftete DIN-A4-Spickzettel beliebigen Inhalts, möglichst selbst verfasst oder zusammengestellt; Wörterbuch (z. B. Deutsch–Portugiesisch); kein Skript, keine andere Formelsammlung, kein Taschenrechner,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

Fingerübungen

1. Ein Hersteller von Kleinwindkraftanlagen gibt an, dass seine Turbine von 1,5 m Durchmesser eine Leistung von 1 kW liefert. Welche Windgeschwindigkeit benötigt sie dazu? (Machen Sie, falls nötig, plausible Annahmen. Formel für Taschenrechner genügt.)
2. Zeichnen Sie an dem markierten Punkt auf dieser Isobarenkarte (Zahlenwerte in hPa) die Windrichtung und die Richtungen der beiden wesentlichen Kräfte ein, die dort auf die Luft wirken.



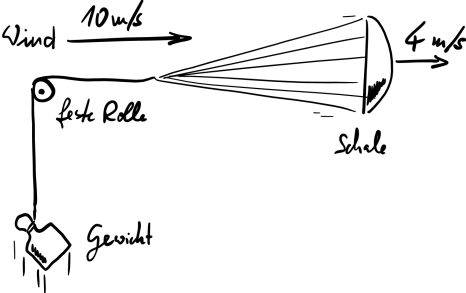
3. Die Windgeschwindigkeit v habe die skizzierte Verteilungsfunktion. Bestimmen Sie die Wahrscheinlichkeiten dafür, dass die Windgeschwindigkeit (a) 3 m/s oder weniger, (b) 7,000... m/s, (c) mehr als 12 m/s beträgt.



Bitte wenden!

4. Welche der gängigen Bauformen von Windenergieanlagen benötigt bei gleicher Leistung das meiste Kupfer im Generator? Warum? (ca. drei Sätze)
5. Eine Windenergieanlage (WEA) ist über eine Freileitung mit dem starren 50-Hz-Netz verbunden. Die Freileitung hat einen ohmschen Widerstand von 4Ω und eine Induktivität von 5 mH . Wir betrachten nur eine der drei Phasen. Die WEA wird mit dem Verschiebungsfaktor $\cos(\phi) = 1$ betrieben. Welche Stromstärke (auf der einen betrachteten Phase) darf die WEA maximal erzeugen, wenn die Spannung (einphasig gegen Null gemessen) maximal 400 V höher sein darf als im starren Netz? (Formel für Taschenrechner genügt. Sie können wie üblich zur Vereinfachung ausnutzen, dass die Spannung im Netz und die Spannung an der WEA viel größer als 400 V sind.)
6. Angenommen, man möchte Deutschlands Tagesbedarf an elektrischer Energie (etwa $1,5 \text{ TWh} = 1500 \text{ GWh}$) in einem Pumpspeicherwerk speichern: Welche Fläche müsste das Oberbecken haben, wenn es 50 m tief ist und bei kompletter Füllung sein Wasserspiegel 200 m über dem Spiegel des Unterwassers liegt? (Formel für Taschenrechner genügt; ignorieren Sie Verluste.)

Kreative Anwendung

7. Eine Schale wird von Wind mit 10 m/s angeströmt und zieht dadurch mit 4 m/s an einem Seil eine Last hoch. Die Schale hat die Querschnittsfläche 3 m^2 und den Widerstandsbeiwert $c_w = 1,3$. Welche Leistung bringt diese Konstruktion zum Heben der Last auf? (Formel für Taschenrechner genügt)

8. Manchmal ist $20 \text{ dB} + 20 \text{ dB} = 23 \text{ dB}$ und manchmal ist $20 \text{ dB} + 20 \text{ dB} = 40 \text{ dB}$. Geben Sie jeweils ein Beispiel für eine Situation.
9. Eine Windturbine steht bei 23° nördlicher Breite. Was können Sie über ihren Schatten am Mittag des 21. Juni aussagen? (Skizze oder ca. drei Sätze)
10. Windturbinen können das Stromnetz stützen, indem sie auf einen Abfall der Netzfrequenz mit einer höheren Wirkleistungseinspeisung reagieren. Warum ist dies aber riskanter als die Momentanreserve der konventionellen Kraftwerke? (ca. drei Sätze)
11. Bei einem Wasserkraftwerk in den Bergen unterscheidet sich der Luftdruck am Unterwasser (z. B. 950 hPa) von dem am Oberwasser (z. B. 800 hPa). Wie viel weniger Energie hat man pro Kubikmeter Wasser im Vergleich zum Fall, dass beide Luftdrücke gleich groß wären? Ist der Unterschied nennenswert?
12. Man kann die Strecken (horizontale Hohlräume tief unter der Erde) eines stillgelegten Bergwerks als Speicher (mit Atmosphärendruck) für das Unterwasser eines Pumpspeicherwerks benutzen und auf der Erdoberfläche einen See für das Oberwasser anlegen. Es wäre dann praktisch, die Pumpe/Turbine auf der Erdoberfläche statt unten im Schacht zu installieren. Warum geht das aber nicht? (ca. drei Sätze)