

# Wind- und Wasserkraft

B. Eng. Regenerative Energien

Klausur vom 31. Januar 2022

Jörn Loviscach

Versionsstand: 31. Januar 2022, 10:33



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. Eine Windturbine soll bei einer (ungestörten) Windgeschwindigkeit von 5 m/s eine Leistung von 1 kW haben. Welche Rotorfläche benötigt sie dazu mindestens? (Machen Sie, falls nötig, plausible Annahmen.)
2. Ein Pumpspeicherkraftwerk soll beim Pumpen eine Last von 100 MW haben. Die Höhendifferenz zwischen dem Unterwasser- und dem Oberwasserspiegel beträgt 200 m. Welcher Volumenstrom (in  $\text{m}^3/\text{s}$ ) ist nötig? (Formel für Taschenrechner genügt; ignorieren Sie Verluste.)
3. Sie messen folgende Verteilung der Häufigkeiten von Windgeschwindigkeiten:

Bereich	relative Häufigkeit
(0...4) m/s	20 %
(4...8) m/s	50 %
(8...12) m/s	30 %

Skizzieren Sie eine kumulierte Verteilungsfunktion, die plausibel zu diesen Daten passt. Geben Sie die Einheiten auf den Achsen an.

*Bitte wenden!*

- Generatoren (synchrone und asynchrone) kann man mit unterschiedlichen Anzahlen von Polen bauen. Beschreiben Sie Aspekte, die bei der Entscheidung für eine bestimmte Anzahl an Polen wichtig sind (ca. drei Sätze).
- Ein gleichmäßig in alle Richtungen abstrahlender, über dem Erdboden montierter Lautsprecher produziert, wenn man ihn mit einer Leistung von 20 W ansteuert, in 100 m Entfernung einen bestimmten Schalldruckpegel. Mit wie viel Watt muss man ihn ansteuern, damit er diesen Schalldruckpegel in nur 50 m Entfernung liefert? (Begründung!)

- Einen Erntefaktor bestimmt man als das Verhältnis

$$\frac{\text{gewonnene Energie}}{\text{zur Gewinnung aufgewendete Energie}}$$

Wieso ist es problematisch, auf Basis eines Erntefaktors Windturbinen mit konventionellen Kraftwerken zu vergleichen? (ca. drei Sätze)

### Kreative Anwendung

- Wenn die Erde sich nicht in 24 h, sondern nur in 23 h um sich selbst drehen würde, wären die Wüstengürtel dann näher an den Polen oder aber näher am Äquator als jetzt? Begründung!
- Eine übliche Windturbine laufe aktuell mit der Schnelllaufzahl 7. Betrachten Sie die Profilhöhle eines der Rotorblätter an der Stelle in der Mitte zwischen Nabe und Rotorblattspitze. In etwa welchem Winkel ist die Profilhöhle zur Rotorkreisebene geneigt? (Formel für Taschenrechner genügt.)
- Wieso legt man Windturbinen nicht so aus, dass sie einen Großteil des Jahres bei ihrer Nennleistung laufen? (ca. drei Sätze)
- Der Netzverknüpfungspunkt einer Windturbine ist per Freileitung mit dem „tiefen“ Netz verbunden. Der Generator soll immer exakt so viel Blindleistung verbrauchen, dass sich die Spannung am Verknüpfungspunkt bei Einspeisung nicht ändert. Angenommen, die Freileitung wird auf die Hälfte der ursprünglichen Länge verkürzt: Muss dann der  $\cos(\phi)$  des Generators kleiner werden oder größer werden oder muss er praktisch gleich bleiben? (Begründung, zum Beispiel per Zeigerdiagramm!)
- Die Turbine eines Wasserkraftwerks soll oberhalb des Unterwasserspiegels eingebaut werden. Das Wasser verlässt die Turbine mit einer Geschwindigkeit von 5 m/s. Direkt unter der Turbine soll sich ein vertikaler Saugschlauch befinden, der sich von 1 m Durchmesser an der Turbine auf 3 m Durchmesser auf der Höhe des Unterwasserspiegels öffnet. Noch ist aber unklar, auf welcher Höhe die Turbine eingebaut werden soll. Ab welcher Höhe  $h$  des Turbinenausgangs über dem Unterwasserspiegel tritt sicher Kavitation auf? (Formel für Taschenrechner genügt.)
- In Deutschland haben EEG-Ausschreibungen stattgefunden, bei denen Windenergie-Projekte mit Photovoltaik-Projekten konkurrieren, allein auf Basis der ct/kWh. Geben Sie ein Argument *für* dieses Vorgehen und ein Argument *dagegen* (jeweils ein Satz).

