

# Wind- und Wasserkraft

B. Eng. Regenerative Energien

Klausur vom 26. März 2019

Jörn Loviscach

Versionsstand: 26. März 2019, 12:46



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

## Fingerübungen

1. Der Wind hat momentan eine Geschwindigkeit von 7 m/s in 100 m Höhe, bei einem Potenzgesetz-Windprofil mit einem Hellmann-Exponenten von 0,25. Eine Windturbine mit einer Nabenhöhe von 160 m und einem Durchmesser von 140 m liefert momentan 2000 kW. Was ist ihr aktueller Leistungsbeiwert? (Formel für Taschenrechner genügt)
2. Ein bestimmter Typ von Windkraftanlage erzeugt in 1000 m Entfernung einen Schalldruckpegel von 40 dB(A). Wie viele Anlagen dieses Typs muss man in derselben Entfernung anordnen, um auf einen einen Schalldruckpegel von 46 dB(A) zu kommen? (Formel für Taschenrechner oder Schätzung mit den üblichen dB-Werten genügt)
3. Nennen Sie fünf Vorteile des Baus von Windenergieanlagen offshore statt onshore.
4. Welcher der üblichen Typen von Wasserturbinen ist besonders für ein Pumpspeicherkraftwerk geeignet? Warum?
5. Wie viel mechanische Arbeit (gemessen in Wh) ist nötig, um unter normalen atmosphärischen Bedingungen ein Vakuum von einem Liter zu schaffen?

6. Ein Saugschlauch hinter einer Wasserturbine hat am Eingang einen Durchmesser von 3 m und am Ende einen Durchmesser von 6 m. Um welchen Faktor verringert sich in diesem Saugschlauch die kinetische Energie des Wassers?

### **Kreative Anwendung**

7. In Bielefeld lässt man in einem hohen Turm ein Gewicht herunterfallen. Fällt das auf den Punkt lotrecht unter der Stelle des Abwurfs oder ein wenig seitlich davon? Falls Letzteres: In welche Himmelsrichtung? Begründung!
8. Ein Segelflugzeug mit einer Gesamtmasse von 400 kg erreicht seine maximale Gleitzahl bei einer horizontalen Geschwindigkeit von 100 km/h. Angenommen, dasselbe Flugzeug wird zusätzlich beladen, so dass seine Gesamtmasse nun 500 kg beträgt. Was ist jetzt die horizontale Geschwindigkeit für die maximale Gleitzahl? (Formel für Taschenrechner genügt)
9. Der mittlere Rotordurchmesser neuer Windenergieanlagen in Deutschland ist in den vergangenen fünf Jahren von 100 m auf 120 m gewachsen. Schätzen Sie allein aus dieser Angabe, um welchen Faktor der Jahresenergieertrag solcher Windenergieanlagen in diesem Zeitraum gewachsen ist. Nennen Sie außerdem zwei wichtige Gründe, warum diese Schätzung unsicher ist.
10. Geben Sie drei Gründe dafür an, in einer Windenergieanlage mit elektrisch erregtem Synchrongenerator einen Umrichter zu verwenden.
11. Ein 50-Hz-Wechselspannungsgenerator ist über eine Freileitung mit dem starren Netz verbunden. Diese Freileitung hat einen ohmschen Widerstand von  $2 \Omega$  und eine Induktivität von 3 mH. Die Spannung am Generator ist 20 V größer als die Spannung im starren Netz. Der Generator wird **übererregt** mit einem Verschiebungsfaktor  $\cos(\phi) = 0,95$  betrieben. Wie groß ist der Strom, der durch ihn fließt? (Formel für Taschenrechner genügt. Sie können wie üblich zur Vereinfachung ausnutzen, dass die Spannung im Netz und die Spannung am Generator viel größer als 20 V sind.)
12. Kann eine Windturbine jemals einen Schatten nach Süden werfen, wenn sie bei  $15^\circ$  oder bei  $50^\circ$  oder bei  $75^\circ$  nördlicher Breite steht? Falls ja, skizzieren Sie die geometrische Situation, in der das jeweils passiert.