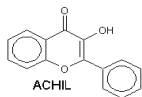




LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Éducation nationale,  
de l'Enfance et de la Jeunesse  
Service de coordination de la recherche  
et de l'innovation pédagogiques  
et technologiques

**ABIOL**  
Association des Biologistes  
Luxembourgeois



Fonds National de la  
Recherche Luxembourg

# 10. Lëtzebuerger Naturwëssenschaftsolympiad

**Finalrunde: Donnerstag, den 16. Februar 2017**

Lycée Michel-Rodange, Luxembourg



## Antwortbogen

Gruppe: \_\_\_\_\_

Namen: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Versuch I: Energie aus der Nuss

### I.1 Bestimmung des Fettgehaltes in den Nüssen

/11,5 P.

#### 1.1. Messwerte (0,5 P.)

Gegenstand/Stoff	Masse
Nuss	
leeres Becherglas	
Becherglas + Fett	

#### 1.2. Beobachtungen beim Versuch

##### a. Was beobachtet ihr beim Mörsern? (0,5 P.)

##### b. Beschreibt das Extrakt. (0,5 P.)

##### c. Um welche Art von Stoffgemisch handelt es sich bei (1 P.)

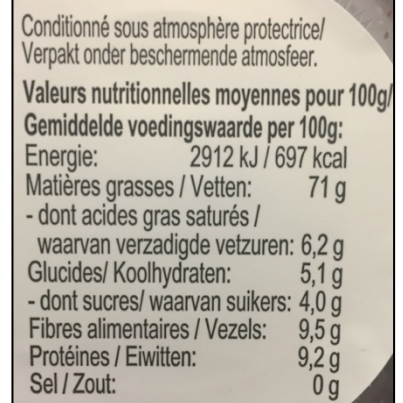
- dem Nuss-Pentan-Gemisch?	- dem Extrakt?
----------------------------	----------------

#### 1.3. Berechnungen (Gebt jedes Mal den Rechenweg mit an)

##### a. Berechnet die Masse an Fett, die in eurem Stück Nuss enthalten war. (0,5 P.)

##### b. Berechnet den Massenanteil an Fett in den Nüssen in Prozent, wenn man davon ausgeht, dass die Extraktionsausbeute 100% beträgt. (1 P.)

c. Vergleicht und kommentiert das unter b) erhaltene Ergebnis mit dem Etikett: (1 P.)



Conditionné sous atmosphère protectrice/  
Verpakt onder beschermende atmosfeer.

**Valeurs nutritionnelles moyennes pour 100g/  
Gemiddelde voedingswaarde per 100g:**

Energie:	2912 kJ / 697 kcal
Matières grasses / Vetten:	71 g
- dont acides gras saturés / waarvan verzadigde vetzuren:	6,2 g
Glucides/ Koolhydraten:	5,1 g
- dont sucres/ waarvan suikers:	4,0 g
Fibres alimentaires / Vezels:	9,5 g
Protéines / Eiwitten:	9,2 g
Sel / Zout:	0 g

1.4. Nussöl enthält vor allem ungesättigte Fettsäuren, davon sind ungefähr 60 % Linolsäure. Linolsäure ist ein wichtiger Nährstoff und ihre Summenformel lautet  $C_{18}H_{32}O_2$ .

Berechnet die Masse an Linolsäure in 100 g Pekannüssen anhand eurer Messwerte. (0,5 P.)

1.5. Bei der Verbrennung von Linolsäure entstehen Wasser und Kohlenstoffdioxid. Formuliert die Reaktionsgleichung für die Verbrennung von Linolsäure. (das Ausgleichen nicht vergessen!) (3 P.)

1.6. Berechnet mithilfe der Gleichung und anhand eurer Messwerte, welche Masse an Wasser entsteht, bei der Verbrennung der Linolsäure aus 100 g Pekannüssen. (3 P.)

**I.2 Bestimmung des Brennwertes von Nüssen****/20,5 P.****1.7.** Wie nennt man eine chemische Reaktion, die Wärmeenergie freisetzt? (0,5 P.)**1.8.** Wie viel kJ sollte eine durchschnittliche Person am Tag verbrauchen? (0,5 P.)**1.9.** Für eure Berechnungen könnt ihr einfach die Werte in °C benutzen und eine Umrechnung in Kelvin ist nicht nötig. Wieso? (1 P.)**1.10.** Messwerte (1 P.)

Masse des Kalorimeters m(K)	
Masse des Wassers m(W)	
Masse der Nuss m(N)	
Masse der Nussreste m(NR)	
Masse an verbrannter Nuss	

Zeit (in min)	Temperatur (in )
0	$T_0 =$
0,25	
0,5	
0,75	
1	

Zeit (in min)	Temperatur (in )

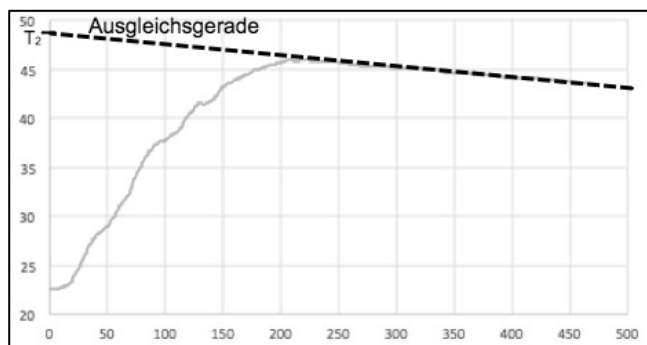
Zeit (in min)	Temperatur (in )

**1.11. Kontrolle des Versuchsaufbaus (1 P.)**

\_\_\_\_\_ (Unterschrift Jurymitglied)

**1.12. Erstellt ein Temperatur-Zeit-Diagramm auf mm-Papier. (3 P.)**

**1.13.** Die Punkte der Abkühlkurve werden durch eine Ausgleichsgerade (frz. droite de régression) verbunden und durch Extrapolation dieser Gerade wird der Schnittpunkt mit der Ordinate (frz. axe des ordonnées) ermittelt, so erhält man die Endtemperatur  $T_f$ . (1 P.)



$T_f =$

**Gebt bei den folgenden Berechnungen jedes Mal den Rechenweg mit an.**

**1.14.** Berechnet die bei der Verbrennung freigesetzte Wärme in kJ. Berücksichtigt bei eurer Berechnung, dass sowohl das Wasser als auch die Dose aus Aluminium erwärmt werden. (2 P.)

**1.15.** Berechnet, wie viel Wärme pro Gramm **verbrannter** Nuss freigesetzt wurde. (1 P.)

**1.16.** Wie viel beträgt der Brennwert von 100 g Pekannüssen? Berechnet den Wert anhand eurer Messwerte in kJ und in kcal. (2 P.)

**1.17.** Um wie viel Grad könnte man 1 L Wasser erhitzen mit dem von euch ermittelten Brennwert von 100 g Pekannüssen? (1 P.)

**1.18.** Siehe das Etikett S.3: 100 g Pekannüsse bringen es auf rund 700 Kilokalorien. Damit gehört die Pekannuss zu den kalorienreichsten Nüssen überhaupt und sollte nur in geringen Mengen verzehrt werden. Berechnet den Wärmeverlust bei diesem Versuch in Prozent. (1 P.)

**1.19.** Wo liegen die Fehlerquellen bei diesem Versuch? (1 P.)

**1.20. Zusatzaufgabe: Nährwerttabelle**

Seht euch die folgende Nährwerttabelle an:

Lebensmittel	Brennwert (kcal/100 g)	Fett (g/100 g)	Kohlenhydrate (g/100 g)	Proteine (g/100 g)
Balsamicoessig	65	0	16	0,25
Bier	42,4	0	3,1	0,5
Butter	746	82	1	1
Cola	42,4	0	10,6	0
Erdnussbutter	621,2	52	12,2	26,1
Gouda	?	27	0,3	23
Himbeermarmelade	256	0	64	0
Mehrkornbrot	251,4	5	42,8	8,8
Nuss-Nugat-Creme	532,1	31,3	58,3	4,3
Putenschnitzel	133,1	3,5	0,4	25
Schnaps (35 Gewichts-%)	245	0	0	0
Reiswaffel	381,2	1,2	84,8	7,8
Zimtschnecke	388	24,4	36,3	5,8

- a. Welchen Brennwert besitzen 1 g Fett, 1 g Kohlenhydrate und 1 g Proteine? (1,5 P.)

- b. Berechne den theoretischen Brennwert von Gouda. (1,5 P.)

- c. Ein paar der aufgeführten Lebensmittel enthalten einen Stoff, der zu keiner der drei in der Tabelle genannten Nährstoffklassen gehört, und dennoch einen hohen Brennwert besitzt. Um welchen Stoff handelt es sich und wie hoch ist sein Brennwert pro g? (1,5 P.)

## Versuch II: Mikro-Algen als Energielieferanten

### II.1 Mikro-Algen unter dem Mikroskop

/4 P.

2.1. Um welche Algen handelt es sich? (2 P.)

2.2. Gemittelter Durchmesser einer Alge ( $\mu\text{m}$ ): (2 P.)

### II.2 Ermittlung der Photosynthese-Rate der Mikro-Algen

/13 P.

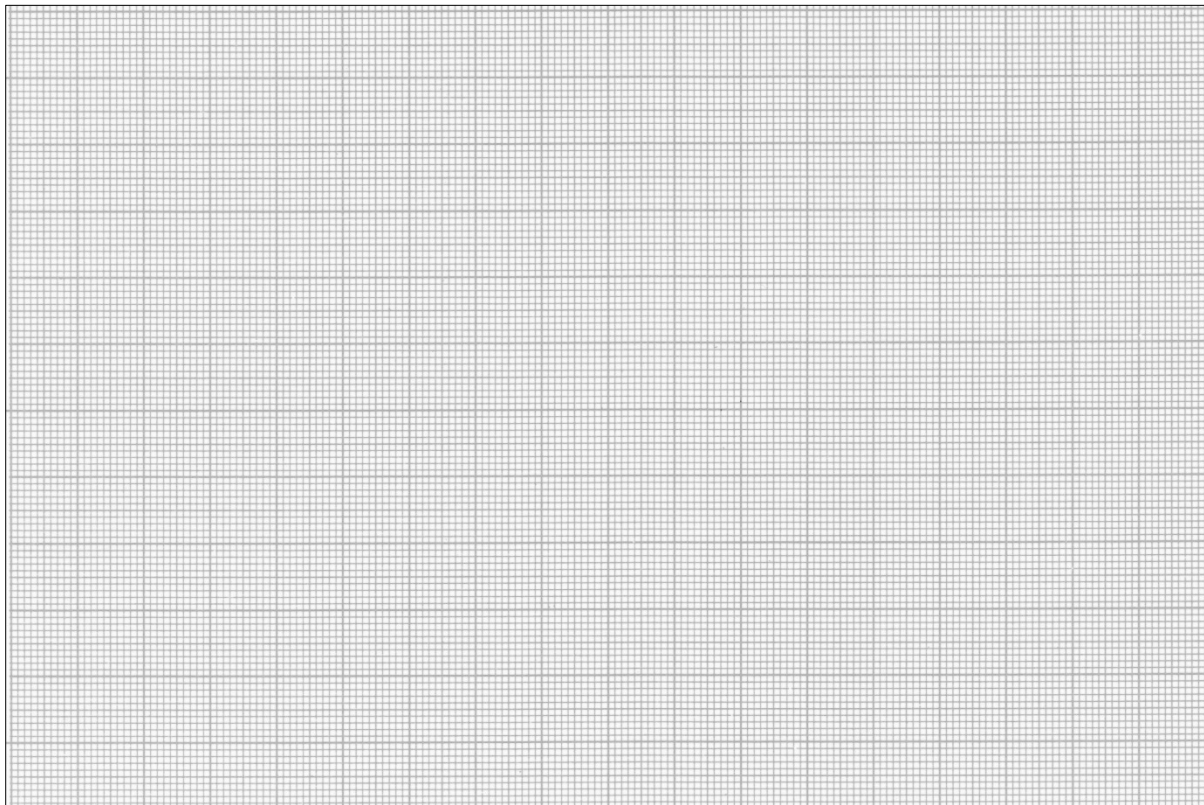
2.3. Bewertung der Alginat-Kügelchen. (2 P.)

2.4. pH-Wert Messungen: (5 P.)

Distanz zur Lichtquelle	Gemessener pH-Wert	Veränderung des pH-Wertes pH(Anfang des Versuches)-pH(nach 30 min)
A (5 cm)		
B (20 cm)		
C (40 cm)		
D (90 cm)		
E (Kontrolle im Dunkeln)		

2.5. Liniendiagramm erstellen: (3 P.)

pH-Wert in Funktion zur Distanz zur Lichtquelle aufzeichnen





**2.6.** Maximale Photosyntheserate bei welcher Distanz? (1 P.)

**Bemerkung: ein hoher pH-Wert entspricht einer hohen Photosyntheserate.**

**2.7.** Welche Erklärung hast du für die anderen gemessenen Photosyntheseraten: (2 P.)

**II.3 Dichte der Algensuspension – Bestimmung der Algen-Anzahl**

**/7 P.**

**2.8.** Anzahl an Algen pro Großquadrat: (3 P.)

Volumen eines Großquadrates =  $0,00625 \text{ mm}^3$

**2.9.** Berechne nun die Anzahl an Algen pro mL Probelösung: (2 P.)

**☺ Joker**

Umrechnung  $\text{mm}^3$  in mL Volumen. Dieser Joker kostet Euch allerdings 1 Strafpunkt! (-1 P.)

Wurde der Joker benötigt? ☐ Ja, \_\_\_\_\_ (Unterschrift Jurymitglied) ☐ Nein

**2.10.** Anzahl an Algen pro Alginat-Kügelchen: (2 P.)

**II.4 Algen als Energielieferanten****/8 P.****2.11.** Schreibt die chemische Gleichung der Photosynthese an: (2 P.)**2.12. Gemessene CO<sub>2</sub> / Traubenzucker - Konzentration:**

Übertrag die gemessenen pH-Wert Veränderungen aus Tabelle 2.4 in die untenstehende Tabelle.

Um den CO<sub>2</sub>-Verbrauch nun zu berechnen, und in der untenstehenden Tabelle auszufüllen, nutzt folgendes Umrechnungs-Prinzip:

Gemessener pH - Wert	Entsprechende $c(\text{H}_3\text{O}^+) \approx c(\text{CO}_2)$ in mol/L
9	$10^{-9,0}$
8,9	$10^{-8,9}$
8,8	$10^{-8,8}$
...	...
3	$10^{-3,0}$

Da wir am Anfang (Experiment II.2 Ermittlung der Photosyntheserate) die Alginat-Kügelchen in je 5 mL Natriumhydrogencarbonat-Lösung in den Glasröhrchen eingefüllt hatten, müssen wir nun den CO<sub>2</sub>-Verbrauch auf 5 mL umrechnen!

Umrechnung: Konzentration mol/L → mol/5 mL !

Anschließend bestimmt Ihr, anhand der Fotosynthese Gleichung, die dabei entstandene Traubenzuckerkonzentration im Gläschen. (4 P.)

pH-Wert Veränderung (siehe Tab. 2.4)	CO <sub>2</sub> -Verbrauch [mol/L]	CO <sub>2</sub> -Verbrauch [mol/5 mL]	Traubenzucker-Konzentration [mol/5 mL]	Traubenzucker-Konzentration [g/L]

(1 mol Traubenzucker entspricht 180 g Traubenzucker)

**2.13.** Zum Schluss sollt Ihr nun mit wissenschaftlichen Argumenten abschätzen, ob und inwiefern sich Mikro-Algen als Energie-Lieferanten der Zukunft eignen? (2 P.)

## Versuch III: Windenergie

### 0. Versuchsaufbau

/2 P.

3.1. Überprüfung des Versuchsaufbaus. \_\_\_\_\_ (Unterschrift Jurymitglied) (2 P.)

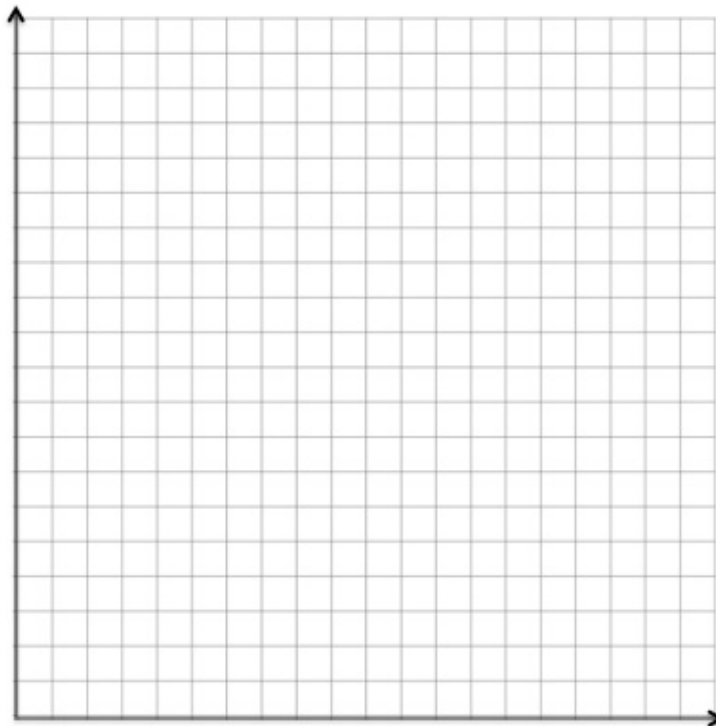
### 1. Abhängigkeit der Leistung vom Einstellwinkel $\theta$

/11 P.

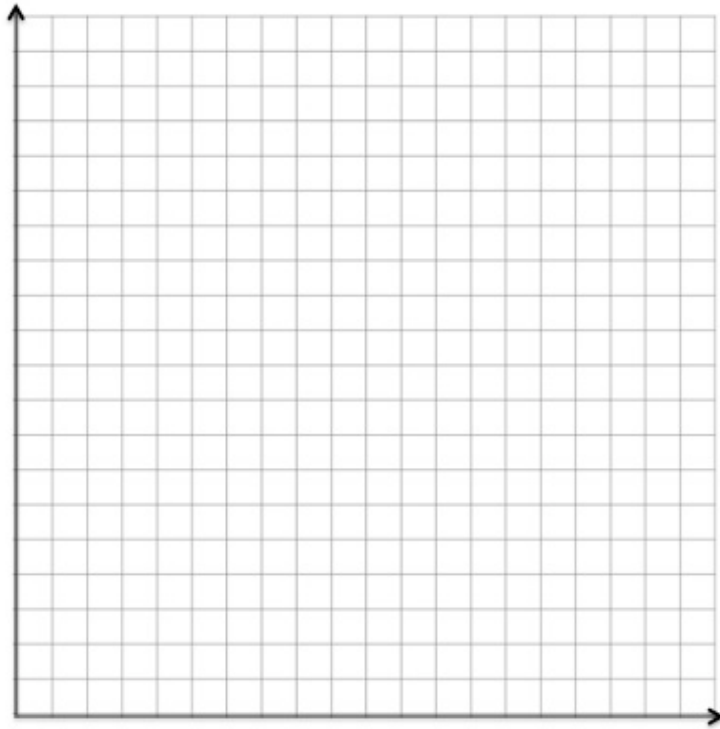
3.2. Messwerttabelle: (2 P.)

$\theta$ (°)				
0				
10				
20				
30				
40				
50				

3.3.  $P = f(\theta)$  Diagramm (2 P.)



**3.4.**  $P = f(\cos(\theta))$  Diagramm (2 P.)



**3.5.** Bestimmt anhand des  $P = f(\cos(\theta))$  Diagramms bei welchem Winkel das Windrad keine Leistung mehr erbringt (d. h. nicht mehr dreht). Gebt alle zum Verständnis notwendigen Erklärungen und Rechnungen an. (2 P.)

- 3.6.** Woran kann es liegen, dass das Windrad ab einem gewissen Winkel nicht mehr dreht? Bis zu welchem Winkel müsste es theoretisch drehen? (2 P.)

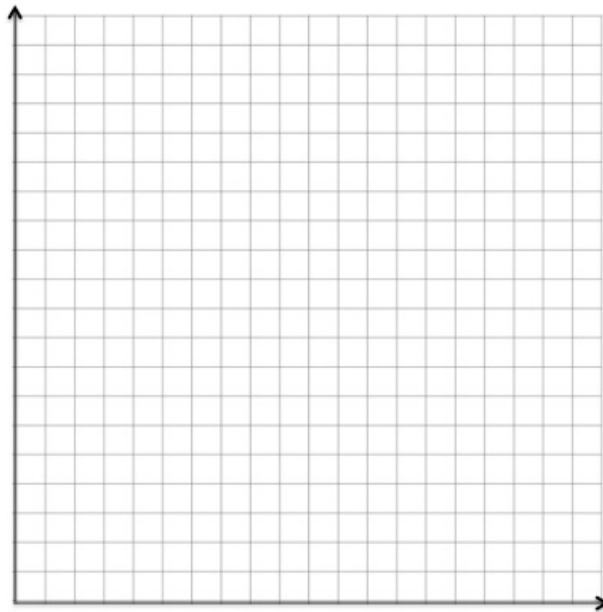
- 3.7.** Messwert des kleinstmöglichen Winkels: (1 P.)

**2. Einfluss der Flügelanzahl N auf die Leistung****/9 P.****3.8. Messwerttabellen: (2 P.)**Abgegebene Leistung:

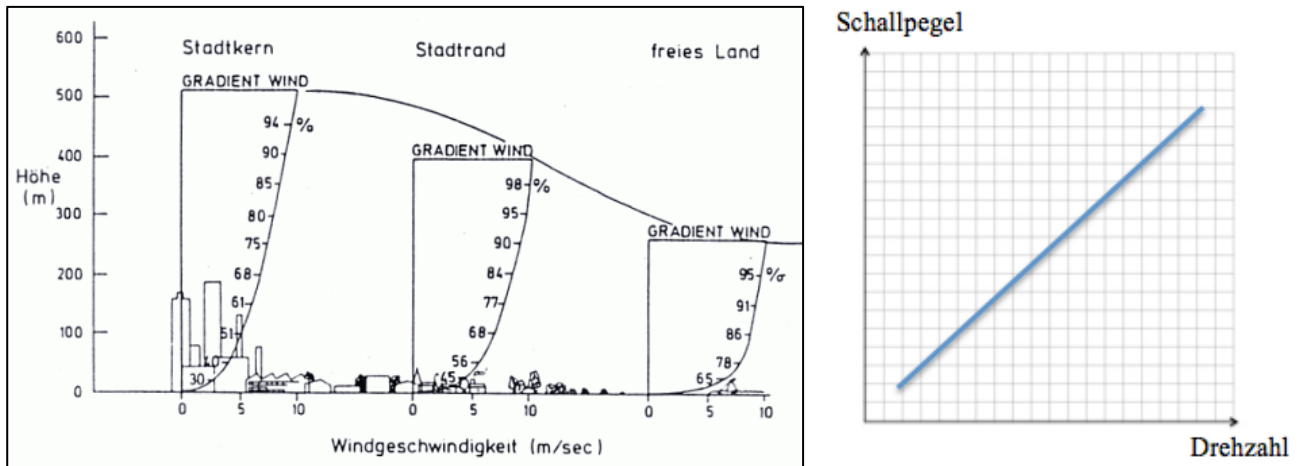
N (/)			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Drehzahl:

N (/)	$n$		
1			
2			
3			
4			
5			
6			

**3.9.  $P = f(N)$  Diagramm (2 P.)****3.10. Bei welcher Anzahl an Flügeln wird die höchste Leistung erbracht? Begründet eure Antwort! (1 P.)**

**3.11.** In der Praxis haben sich Windräder mit 3 Flügeln durchgesetzt. Dies müsste euch nach euren Messungen als unlogisch vorkommen. Es gibt jedoch praktische Gründe, welche gegen die leistungsstärkste Variante sprechen, wie diese beiden Dokumente zeigen.



- a. Erklärt, wieso das leistungsstärkste Windrad eurer Messung, bedingt durch seine Bauart, größere Probleme bekommt als die anderen Typen von Windrädern. (2 P.)

- b. Erklärt ein weiteres Argument, welches gegen das leistungsstärkste Windrad eurer Messung spricht. (2 P.)



**3. Wirkungsgrad  $\eta$  des Windrades****/5 P.**

**3.12.** Erklärt, wie ihr mit Hilfe des aufgelisteten Materials den Wirkungsgrad des Windrades bestimmen könnt. Alle Rechenschritte müssen erklärt und angegeben werden. (2 P.)

**3.13.** Komplettiert nun folgende Tabelle. (2 P.)

Stufe	$v$ (m/s)	$\rho$ ( )	$U$ ( )	$I$ ( )	$A$ ( )	$P_{ab}$ ( )	$P_{zu}$ ( )	$\eta$ ( )

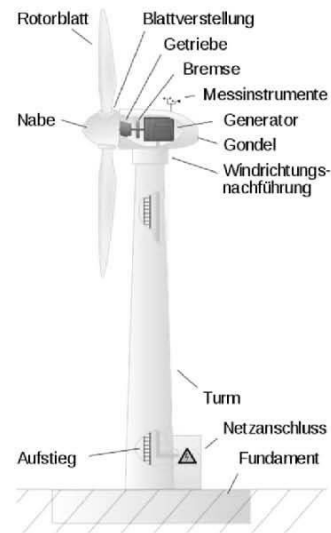
**3.14.** Moderne Windkraftanlagen haben einen Wirkungsgrad von 50 %. Dies ist unter anderem dadurch zu erklären, dass diese Windräder mit niedriger Frequenz drehen. Erkläre wie man dies technisch ermöglichen kann. (1 P.)

**4. Aufgabe Windkraftanlage****/5P.**

**3.15.** Folgendes Datenblatt gibt reelle Daten einer modernen Windkraftanlage wieder.

### Technische Daten (Beispiel einer 3 MW-Anlage)

- Nabenhöhe 140 m
- Rotordurchmesser 110 m
- Blattlänge ca. 52 m
- Blattgewicht 22 t
- Nennleistung 3MW/ 4080 PS
- Fundamente ca. 2500 t
- Turm Gewicht 2800 t
- Turm Durchmesser unten 10 m, oben 4 m
- Trafo Gewicht ca. 100 t
- Gondel Gewicht 250 t incl. Rotor, Länge ca. 14 m
- Anlaufgeschwindigkeit 3 m/s (11 km/h)
- Drehzahl 4 - 14,5 U/min
- Abregelgeschwindigkeit ca. 30 m/s (108 km/h)
- Rotorüberstrichene Fläche 8012 qm
- Fernüberwachung
- WEA – Kosten ca. 4,5 Mio. € zzgl. Infrastruktur



Die dargestellte Windkraftanlage hat einen maximalen Wirkungsgrad von 50 % bei Nennleistung.

- a. Berechnet die Windgeschwindigkeit bei welcher die Windkraftanlage am effizientesten funktioniert. (2 P.)

- b. Die Windkraftanlage läuft durchschnittlich 2000 Stunden im Jahr mit ihrer Nennleistung. Bestimmt die Energie in Kilowattstunden (kWh), welche die Windkraftanlage in einem Jahr liefert. (2 P.)

- c. Ein Haushalt benötigt ungefähr 3500 kWh jährlich. Wie viele Haushalte könnten theoretisch mit einer Windkraftanlage versorgt werden? (1 P.)