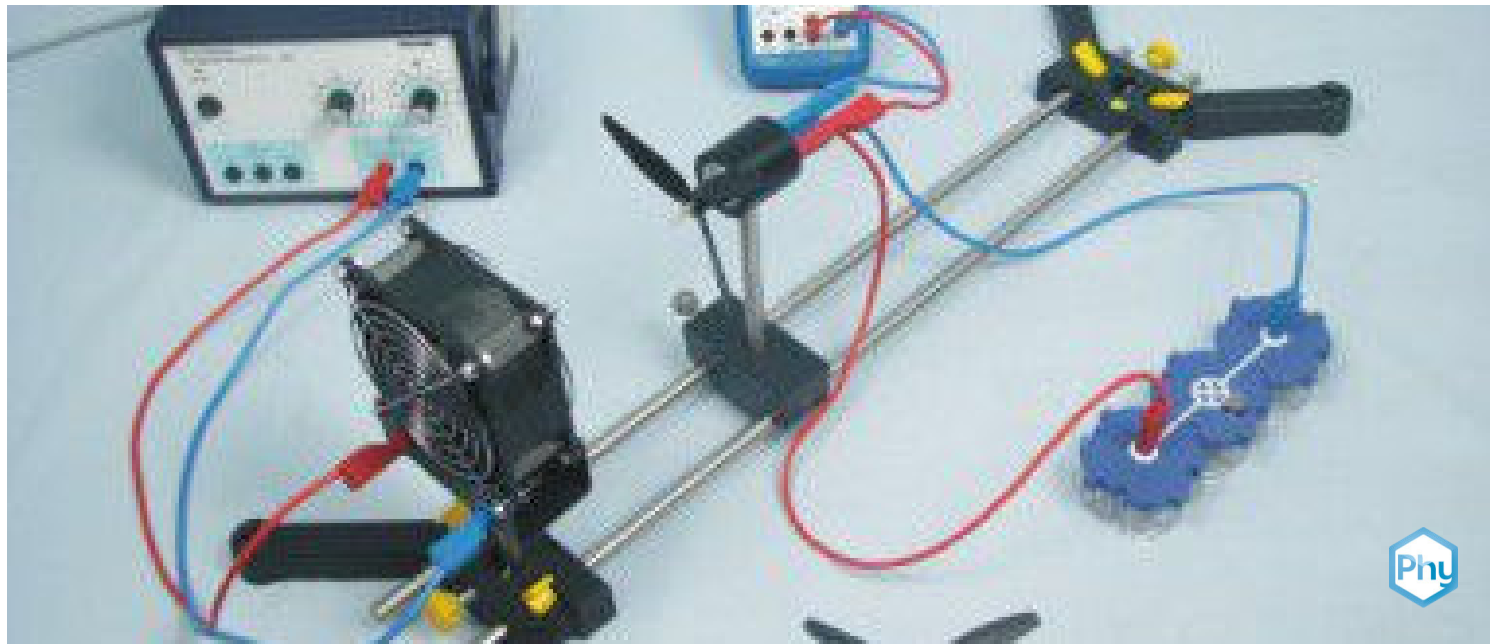


Einfluss der Anzahl der Rotorblätter



Physik

Energie

Erneuerbare Energien: Wind



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f3be425809a3500033e05e6>

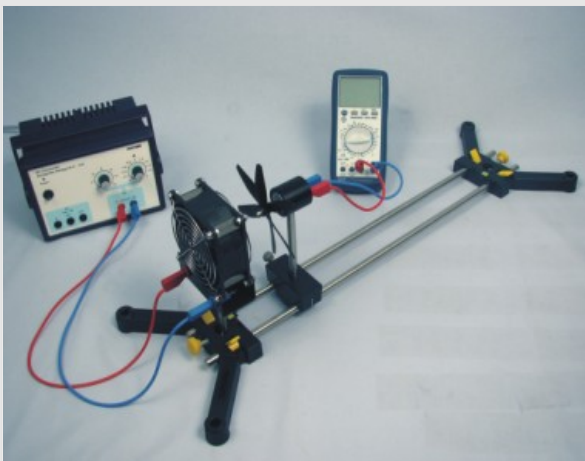
PHYWE

Lehrerinformationen



Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Aus ihrer Umwelt kennen die Schüler meistens Windräder mit 3 Rotorblättern. Es gibt auch Modelle mit nur 2 Blättern oder ganz andere Aufbauten.

Wasserräder besitzen dagegen mehr Schaufeln ("Blätter"), sie sind zum Antrieb großer Maschinen geeignet und wurden früher z.B. zum Mahlen von Korn genutzt.

Die Windräder werden zur Erzeugung elektrischer Energie genutzt. Die optimale Anzahl der Blätter ergibt sich hierbei nicht nur aus der maximalen Nutzenergie aus dem Wind, sondern auch aus dem erforderlichen Materialeinsatz und der Stabilität des Windrades beim Betrieb.

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten mit den grundlegenden Konzepten der Energieumwandlung vertraut sein.

Prinzip



In diesem Versuch wird ein künstlicher Luftstrom erst auf ein Windrad mit drei, danach auf eins mit sechs Flügeln gerichtet und beobachtet, inwiefern es Auswirkungen auf das Verhalten des Aufbaus hat.

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler lernen, inwiefern die Anzahl der Rotorblätter an einer Windkraftanlage die von ihm erzeugte elektrische Leistung beeinflusst.

Aufgaben



Der Generator des Windrades wird für den Vergleich zuerst mit 3 und dann mit 6 Rotorblättern bestückt.

Das Windrad wird jeweils zunächst mit einer Glühlampe und danach mit einer LED belastet, dabei werden die Ausgangsspannungen des Windrades bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten gemessen.

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Der Stellknopf für die Stromstärke muss ganz nach rechts gedreht werden, damit eine Versorgungsspannung von 12 V für das Gebläse erreicht werden kann.

Als Maß für die Energie wird in diesem Versuch die Spannung verwendet.

Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Es ist darauf zu achten, dass die Schüler immer hinter dem Gebläse stehen und nicht in den Raum zwischen Gebläse und Windrad greifen, wenn eine Spannung anliegt und sich das Windrad dreht.

PHYWE



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE



Eine Windkraftanlage mit drei Rotorblättern

Wenn man an die typische Windkraftanlage denkt, so verfügt diese normalerweise über drei Rotorblätter. Es gibt aber auch Varianten mit nur zwei oder mehr als drei Flügeln.

Da stellt sich die Frage, auf welchen physikalischen, umwelttechnischen und ökonomischen Grundlagen die Anzahl der Rotorblätter an einer Windkraftanlage gewählt wird.

In diesem Versuch wird spezifisch diese Frage beantwortet.

Aufgaben

PHYWE



Der Versuchsaufbau

Der Generator des Windrades wird für den Vergleich zuerst mit 3 und dann mit 6 Rotorblättern bestückt.

Das Windrad wird jeweils zunächst mit einer Glühlampe und danach mit einer LED belastet, dabei werden die Ausgangsspannungen des Windrades bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten gemessen.

Material

| Position | Material | Art.-Nr. | Menge |
|----------|--|----------|-------|
| 1 | PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, $d \leq 14$ mm | 02001-00 | 1 |
| 2 | Stativstange, Edelstahl, $l = 600$ mm, $d = 10$ mm | 02037-00 | 2 |
| 3 | Rotor, 2 Stück | 05752-01 | 1 |
| 4 | Generator mit M3-Gewindeachse und Rändelmutter | 05751-01 | 1 |
| 5 | Gebläse, 12 V | 05750-00 | 1 |
| 6 | Reiter für optische Profilbank | 09822-00 | 1 |
| 7 | Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, SB | 05601-10 | 2 |
| 8 | Lampenfassung E10, SB | 05604-00 | 1 |
| 9 | Leuchtdiode, rot, SB | 05654-00 | 1 |
| 10 | Glühlampen 1,5 V/0,15 A/0,22 W, Sockel E10 Set mit 10 Stück | 06150-03 | 1 |
| 11 | Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker | 07360-01 | 1 |
| 12 | Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker | 07360-04 | 1 |
| 13 | Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker | 07361-01 | 2 |
| 14 | Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker | 07361-04 | 2 |
| 15 | PHYWE Digitalmultimeter, 600V AC/DC, 10A AC/DC, 20 M Ω , 200 μ F, 20 kHz, -20°C...760°C | 07122-00 | 1 |
| 16 | PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A | 13506-93 | 1 |

Aufbau (1/3)

PHYWE

1. Baue aus dem variablen Stativfuß und den beiden Stangen die Stativbank auf (Abb. 1 und 2).

2. Spanne das Gebläse so in den linken Teil des Stativfußes ein, dass die Seite mit den Buchsen von der Stativbank weg weist (Abb. 3).



Abbildung 1



Abbildung 2



Abbildung 3

Aufbau (2/3)

PHYWE

3. Stecke die beiden Rotoren nacheinander auf die Achse des Generators (Abb. 4).

4. Die sechs Flügel sollen danach gleichmäßige Abstände voneinander haben (Abb. 5).

5. Befestige den Generator im Reiter und setze ihn auf die Stativbank (Abb. 6).



Abbildung 4



Abbildung 5

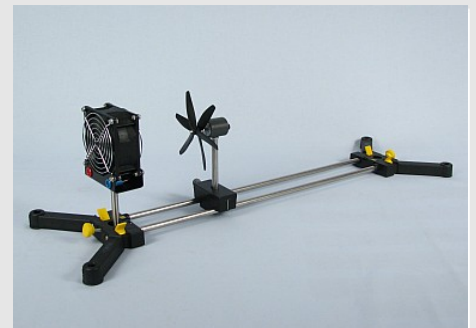


Abbildung 6

Aufbau (3/3)

PHYWE



Abbildung 7

Hinweis:

Lass das Schülernetzgerät aus Sicherheitsgründen vorerst ausgeschaltet.

6. Verbinde Netzgerät und Gebläse. Das Gebläse muss an die Ausgänge für Gleichspannung angeschlossen werden (Abb. 7).

7. Schließe das Messgerät an den Generator an (Abb. 8) und stelle den Messbereich auf 20 V-.

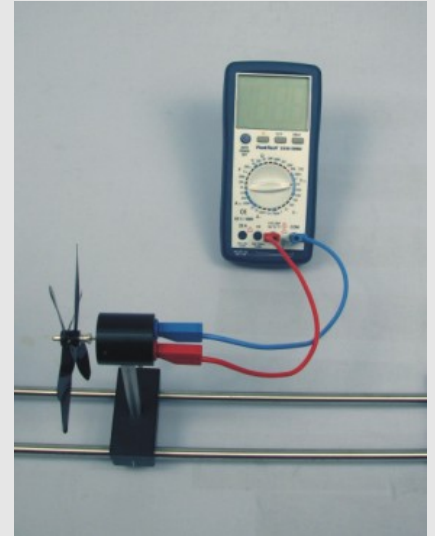


Abbildung 8

Durchführung (1/2)

PHYWE

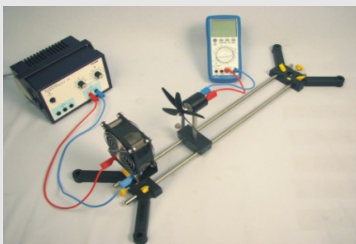


Abbildung 9

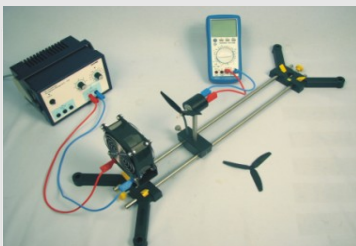


Abbildung 10

1. Verschiebe den Generator so, dass der Abstand zwischen der Vorderkante des Gebläses und der Spitze des Generators etwa 10 cm beträgt (Abb. 9).

2. Schalte das Netzgerät ein und stelle Drehknopf für die Stromstärke ganz nach rechts. Stelle die Versorgungsspannung für das Gebläse auf 6 V .

3. Notiere die Werte für die Spannung des Windrades in deinem Versuchsprotokoll. Schalte das Netzgerät aus und warte, bis sich das Windrad nicht mehr dreht. Nehme einen der Rotoren von der Achse des Generators. Nun hat das Windrad nur noch drei statt sechs Rotorblätter (Abb. 10).

Durchführung (2/3)

PHYWE

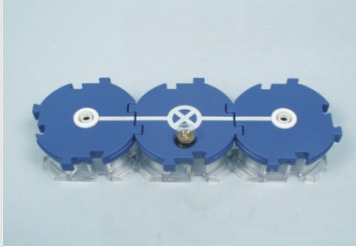


Abbildung 11



Abbildung 13

4. Schalte das Netzgerät ein und notiere die vom Multimeter angezeigte Spannung. Schalte das Netzgerät aus. Wiederhole die Spannungsmessungen für Versorgungsspannungen von 7, 8, 9, 10, 11 und 12 V.

5. Baue einen Lampenstromkreis nach Abb. 11 und schließe den Stromkreis an den Generator an (Abb. 12).

Schließe das Multimeter so an den Generator an, dass du die Spannung messen kannst (Abb. 13).

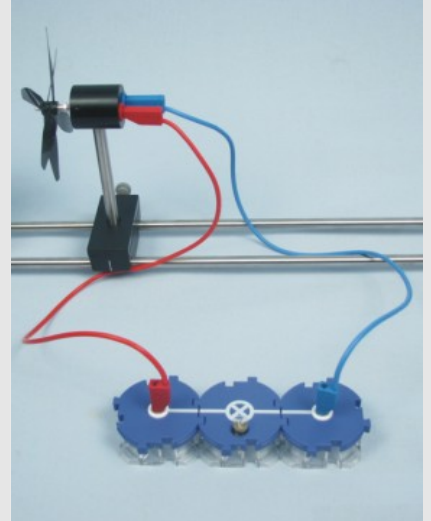


Abbildung 12

Durchführung (3/3)

PHYWE

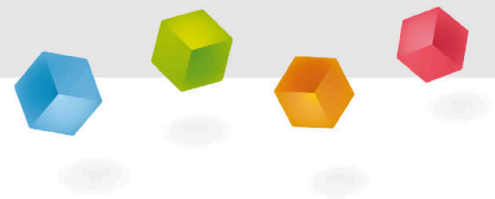


Abbildung 14

6. Wiederhole die Messungen wie oben beschrieben und notiere die Ergebnisse.

7. Tausche die Lampenfassung gegen die LED aus (Abb. 14) und wiederhole die Messungen. Notiere die Ergebnisse.

PHYWE



Protokoll

Aufgabe 1

PHYWE

Zieh die Wörter in die richtigen Lücken

[] sind nicht flach, sondern werden zur einer Seite hin dünner, sodass der Wind beim Vorbeifliegen an der Abrundung eine Kraft senkrecht zur Fließrichtung wirkt, wodurch die [] herbeiführt wird. Je mehr Rotorblätter eine Windkraftanlage hat, desto mehr [] bietet sie dem Wind, um die beschleunigende Kraft zu wirken. Die [] skaliert also linear mit der Anzahl der Rotorblätter. Dabei ist zu beachten, dass die Rotorblätter alle in der gleichen [] zueinander stehen, da sonst der [] nicht zentriert liegt und die Rotation entgegen der Gravitation erschwert wird.

Rotorblätter

Schwerpunkt

Entfernung

Rotationsgeschwindigkeit

Rotationsbewegung

Auflagefläche

Aufgabe 2

PHYWE

Ziehe die Wörter in die richtigen Lücken

Werden jedoch zu viele Rotorblätter montiert, so dreht sich deutlich mehr Masse deutlich schneller, wodurch die Windkraftanlage an der [] zerreißen kann. Dies ist bereits eine Möglichkeit bei orkanartigen [] mit nur drei Rotorblättern.

Eine erhöhte Anzahl geht auch einher mit einer erhöhten

[] und Vogelschlägen. Jedes Jahr sterben in Deutschland bis zu 100.000 Vögel an der [] mit Windrädern.

Insgesamt haben sich die drei Rotationsflügel eingebürgert als guter Kompromiss zwischen Leistung, [] und den anderen bereits genannten Aspekten.

Zentripetalkraft

Kosten

Lärmverschmutzung

Böen

Kollision

Aufgabe 3

PHYWE

Ein Luftstrom mit Kraftbetrag von $F_L = 80\text{kN}$ trifft auf einen um 45° angewinkeltes Rotorblatt. Wie groß ist die beschleunigende Kraft?

36 kN

80 kN

Es sind nicht genug Informationen gegeben, um diese Frage zu beantworten

40 kN

Aufgabe 4

PHYWE

Zu welchen physikalischen Größen ist die Rotationsgeschwindigkeit linear proportional?

v_{rot} ist proportional zu:

Wirkungsgrad μ Luftdruck ρ Einfallswinkel γ Lufttemperatur T Auflagefläche A Windgeschwindigkeit v_w ☒ Überprüfen

Folie

Punktzahl / Summe

Folie 18: Rotorblätter

0/6

Folie 19: Rotationsflügel

0/5

Folie 20: Kraftvektoren

0/1

Folie 21: Die Rotationsgeschwindigkeit

0/2

Gesamtsumme

0/14

Lösungen

Wiederholen