

Einfluss der Windrichtung



Physik

Energie

Erneuerbare Energien: Wind



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten



Lehrerinformationen

Anwendung



Versuchsaufbau

Als Wind bezeichnet man Luftströmungen aus einem Gebiet mit hohem Luftdruck in Gebiete mit niedrigem Luftdruck.

Die Energie, die der Wind mit sich führt kann zum Verrichten von mechanischer Arbeit oder der Erzeugung von elektrischen Strom genutzt werden.

Da Hoch- und Tiefdruckgebiete ein ständiger und natürlicher Teil des Klimas darstellen, zählt die Windenergie zu den erneuerbaren Energien.

In diesem Versuch wird die **Windrichtung** und ihren Einfluss auf die erzeugte elektrische Leistung genauer betrachtet.

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE
excellence in science

Vorwissen



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

Prinzip



In diesem Versuch wird ein künstlicher Luftstrom unter unterschiedlichen Winkeln auf ein Windrad gerichtet und die korrespondierenden erzeugten Spannungen verglichen.

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE
excellence in science

Lernziel



Die Schüler lernen, inwiefern der Einfallswinkel vom Wind auf ein Windrad die von ihm erzeugte elektrische Leistung beeinflusst.

Aufgaben



Das Gebläse erzeugt Wind konstanter Stärke und das Windrad befindet sich in einem festen Abstand vom Gebläse. Die Windrichtung wird durch Drehen des Windrades geändert.

Untersuche, wie sich die vom Windrad erzeugte Spannung bei unterschiedlichen Windrichtungen verhält. Führe die Messung für zwei Windgeschwindigkeiten (Spannungen am Gebläse) durch.

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE
excellence in science

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
excellence in science

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.



Schülerinformationen

Motivation



In Windrichtung gebogene Palmen

Wenn sich in ihrer Strömungsrichtung keine Hindernisse befinden, bewegt sich Wind geradlinig zwischen einem Hoch- und Tiefdruckgebiet. Wenn man nun jedoch einen Windpark auf einem Flachland genauer betrachtet, sind die Rotorblätter meist in dieselbe Richtung ausgerichtet.

Ist das Gelände dahingegen uneben, tendieren Windräder untereinander unterschiedliche Orientierungen zu haben.

Hat die Windrichtung einen Einfluss auf die Spannung und elektrische Leistung, die eine Windkraftanlage erzeugt?

Aufgaben

PHYWE
excellence in science



Der Versuchsaufbau

Das Gebläse erzeugt Wind konstanter Stärke und das Windrad befindet sich in einem festen Abstand vom Gebläse.

Die Windrichtung wird durch Drehen des Windrades geändert.

Untersuche, wie sich die vom Windrad erzeugte Spannung bei unterschiedlichen Windrichtungen verhält. Führe die Messung für zwei Windgeschwindigkeiten (Spannungen am Gebläse) durch.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, d ≤ 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	Gebälse, 12 V	05750-00	1
6	Reiter für optische Profilbank	09822-00	1
7	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-01	2
8	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-04	2
9	PHYWE Digitalmultimeter, 600V AC/DC, 10A AC/DC, 20 MΩ, 200μF, 20 kHz, -20°C...760°C	07122-00	1
10	PHYWE Netzgerät, RISU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1

Aufbau (1/3)

PHYWE
excellence in science

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
excellence in science

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
excellence in science



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-.

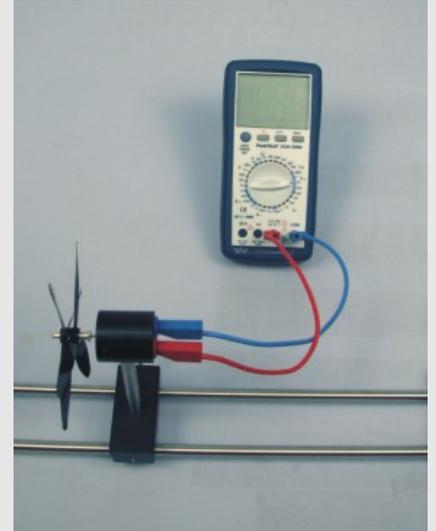


Abbildung 8

Durchführung (1/3)

PHYWE
excellence in science



Abbildung 9

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

2. Achte darauf, dass sich die Rotoren des Windrades in Position 1 befinden (Abb. 10), dass also die Achse des Generators parallel zur Windrichtung zeigt.

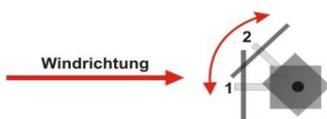


Abbildung 10

Durchführung (2/3)

PHYWE
excellence in science



Abbildung 11



Abbildung 13

3. Schalte das Netzgerät ein und drehe den Stellknopf für die Stromstärke ganz nach rechts. Drehe den Stellknopf für die Spannung auf 8 V (Abb. 11).

4. Miss die vom Windrad erzeugte Spannung und notiere sie in Deinem Versuchsprotokoll. Schalte das Netzgerät aus und warte bis sich das Windrad nicht mehr dreht.

5. Nimm das Windrad aus dem Reiter für die Stativbank, lass den Reiter selbst aber in unveränderter Position.



Abbildung 12

Durchführung (3/3)

PHYWE
excellence in science

6. Halte das Windrad direkt hinter dem Reiter um 45° gedreht (Position 2 in Abbildung 10), so, dass die Rotorblätter voll vom Wind getroffen werden. Setze dazu die Stange des Windrades in die Ecke, die von Stativstange und Reiter gebildet wird. Halte einen Finger zwischen das Ende der Windradstange und den Tisch, damit die Höhe stimmt (Abb. 12).

7. Schalte das Netzgerät ein (Abb. 13). Pass auf, dass du dabei nicht mit der Hand zwischen Gebläse und Windrad kommst. Miss die vom Windrad erzeugte Spannung und notiere das Ergebnis.

8. Wiederhole den Versuch nun für eine Versorgungsspannung von 12 V und notiere die Ergebnisse.

Achtung! Halte das Windrad gut fest und achte darauf, mit den Fingern nicht den Rotor zu berühren.



Protokoll

Aufgabe 1

Welche Beobachtung wurde in diesem Versuch gemacht und wie ist sie zu erklären?

Die Spannung war am höchsten bei einem Einfallswinkel von 45° , da dann eine gute Balance zwischen der Auflagefläche und reduzierten Reibung gegeben ist.

Am meisten Strom wird erzeugt, wenn die Rotorblätter parallel zur Windrichtung verlaufen, da dann am wenigsten Reibung existiert und die Windkraft direkt in Rotationsrichtung der Rotorblätter wirkt.

Die höchste Spannung wurde beobachtet, wenn die Rotorblätter senkrecht zur Luftströmung standen, weil dadurch dem Wind die größtmögliche Auflagefläche geboten wird, um mit seiner kinetischen Energie Arbeit zu verrichten.

Aufgabe 2

Ziehe die Wörter in die richtigen Lücken

Laut der Gleichung $P = \mu \cdot \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot v^3$ ist die P direkt proportional zur A .

Das liegt daran, dass so entworfen sind, dass sie anfangen zu rotieren, wenn Luftströmungen frontal auf sie auftreffen. Je größer die Auflagefläche, desto mehr interagiert das Rotorblatt mit dem Wind und desto mehr kinetische Energie wird in umgewandelt.

Fällt Wind nun in einem Winkel auf die Rotorblätter, so beschleunigt nur die Komponente des , welche senkrecht auf das Windrad zeigt, die Rotorblätter.

Aufgabe 3

Ein Luftstrom mit Kraftbetrag von $F_L = 3\text{kN}$ trifft unter einem Winkel von 35° auf Windrad. Wie groß ist die beschleunigende Kraft, die auf die Rotorblätter wirkt?

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 18: Spannung und Auflagefläche	0/1
Folie 19: Kraftvektoren	0/5
Folie 20: Beschleunigende Kraft	0/1

Gesamtsumme  0/7

 Lösungen

 Wiederholen