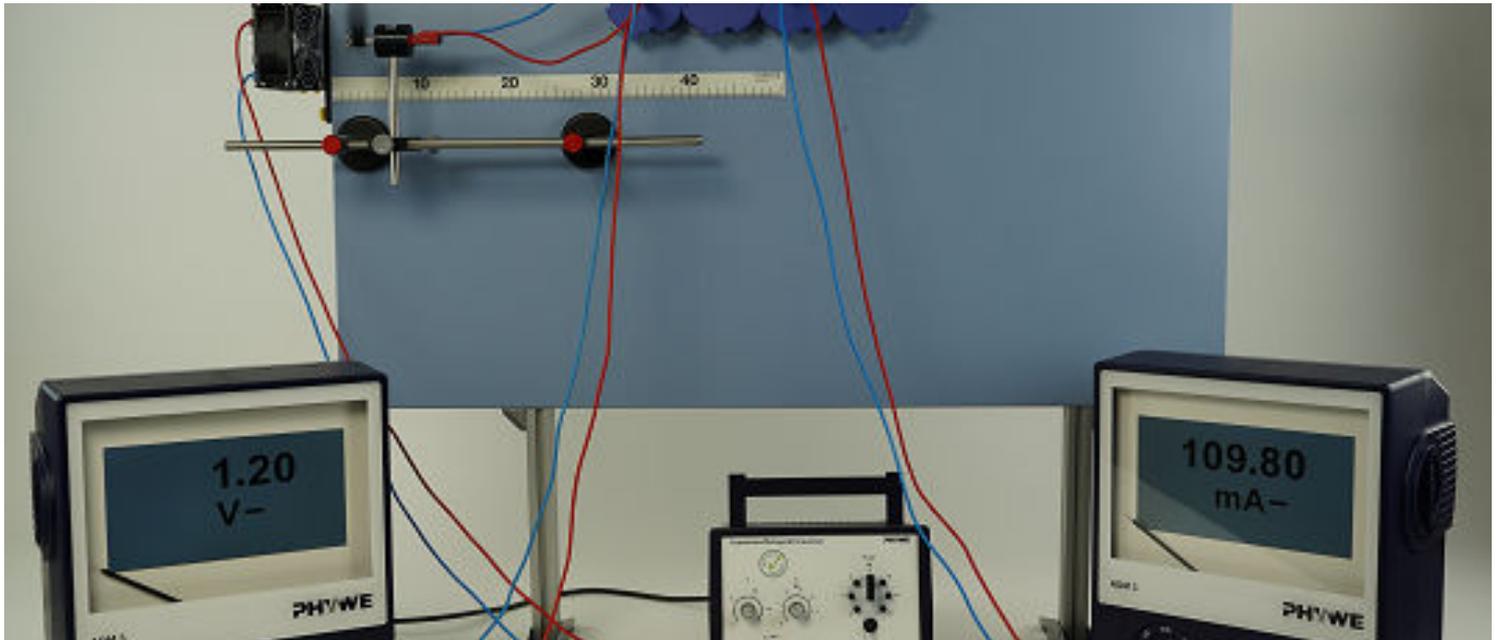


Einfluss der Anzahl der Rotorblätter mit ADM3



Einfluss der Anzahl der Rotorblätter

Physik

Energie

Erneuerbare Energien: Wind



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

20 Minuten



Allgemeine Informationen

Anwendung



Historische Windmühle mit vier Rotorblättern

Einfluss der Anzahl der Rotorblätter

In Europa sind derzeit Windräder mit drei Rotorblättern der industrielle Standard, während früher vier Blätter bei Windmühlen üblich waren und anderenorts sogar noch mehr Rotorblätter zu finden sind.

Neben den wirtschaftlichen Aspekten wie den Materialkosten gibt es auch technische Gründe für den Einsatz von drei Rotorblättern. Im Moment der Abschattung eines Rotorblattes durch den Turm, wirkt eine hohe Belastung auf den Rotor. Darum ist es günstig, wenn in diesem Moment kein Rotorblatt am höchsten Punkt und damit in der Regel im stärksten Wind steht.

Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE
excellence in science

Vorwissen



Die Grundlagen der Messung von Strom und Spannung sowie die Berechnung der Leistung aus diesen Größen sollten bekannt sein.

Prinzip



Der Strömungswiderstand des Rotors und damit die dem Wind entnommene kinetische Energie wird mit der Anzahl der Rotorblätter größer.

Der Windstrom aus dem Gebläse ist im nahen Bereich annähernd linear. Mit zunehmendem Abstand verteilt sich der Luftstrom im Raum und damit nimmt die kinetische Energie pro Fläche ab.

Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE
excellence in science

Lernziel



Der Zusammenhang zwischen Leistung und Anzahl der Rotorblätter sowie zwischen abgegebener Leistung und dem Abstand zwischen Gebläse und Windrad soll verstanden werden.

Hinweis



Das Gebläse darf maximal mit einer Spannung von 12 V betrieben werden, da sonst das Gerät irreparabel beschädigt werden könnte.

Vorsicht beim Umgang mit dem Generator. Das Hineinfassen in die sich drehenden Rotorblätter ist zu vermeiden.

Sicherheitshinweise

PHYWE
excellence in science

Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Für H- und P-Sätze bitte das Sicherheitsdatenblatt der jeweiligen Chemikalie hinzuziehen.

Theorie

PHYWE
excellence in science

Moderne Windkraftanlagen

Windkraftanlage

Windkraftanlagen entnehmen dem vorbeiströmenden Wind durch die Stellung der Rotorblätter kinetische Energie, die durch einen Generator in elektrische Energie umgewandelt wird.

Heutige Windkraftanlagen verfügen fast ausnahmslos über drei Rotorblätter. Neben wirtschaftlichen Aspekten ist der Grund dafür ist die Abschattung des Windes durch den Turm der Anlage. Wenn ein Rotorblatt durch den Turm abgeschattet wird, sollte auf die übrigen Rotorblätter keine allzu große Kraft wirken. Bei einer geraden Anzahl an Rotorblättern stünde zum Zeitpunkt der Abschattung das entgegengesetzte Blatt im stärksten Wind.

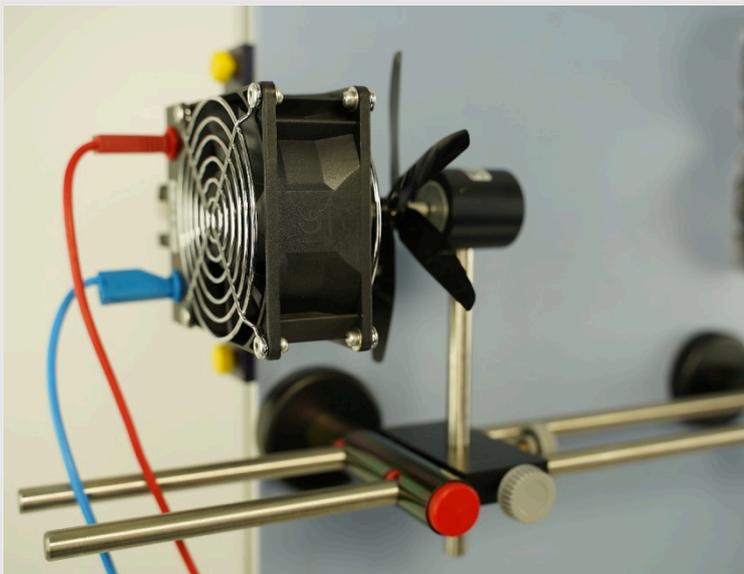
Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik	02150-00	1
2	PHYWE Demo-Multimeter ADM 3: Strom, Spannung, Widerstand, Temperatur	13840-00	2
3	PHYWE Netzgerät, universal, RiSU 2019 DC: 0...18 V, 0...5 A / AC: 2/4/6/8/10/12/15 V, 5 A	13504-93	1
4	Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, DB	09401-10	2
5	Lampenfassung E10, DB	09404-00	1
6	Gebälse, 12 V	05750-00	1
7	Generator mit M3-Gewindeachse und Rändelmutter	05751-01	1
8	Rotor, 2 Stück	05752-01	1
9	Klemmhalter mit 2 Spannstellen, d = 0..13 mm, auf Haftmagnet	02151-08	2
10	Gleiter für Stativbank	02151-09	1
11	Stativstange Edelstahl, l = 500 mm, d = 10 mm	02032-00	2
12	Maßstab für Demo-Tafel	02153-00	1
13	Muffe auf Träger für Demo-Tafel	02164-00	1
14	Glühlampen 3,5 V/0,2 A/0,7 W, Sockel E 10 Set mit 10 Stück	06152-03	1
15	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, gelb Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-02	1
16	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-04	1
17	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-01	2
18	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-04	2



Aufbau und Durchführung

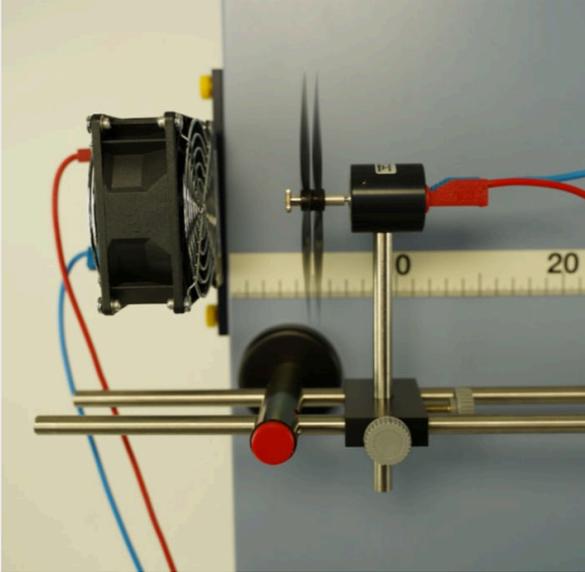
Aufbau (1/3)



- An der linken Seite der Tafel das Gebläse mit der Halterung anbringen (siehe Abbildung).
- Das Gebläse so ausrichten, dass es einen waagerechten Windstrahl entlang der Tafel erzeugt.
- Für das Windrad eine Stativbank aufbauen. Den Gleiter auf die beiden Stativstangen schieben und die Stangen durch die beiden Bohrungen in den Klemmhaltern führen.
- 6 Rotorblätter am Windgenerator befestigen.

Aufbau (2/3)

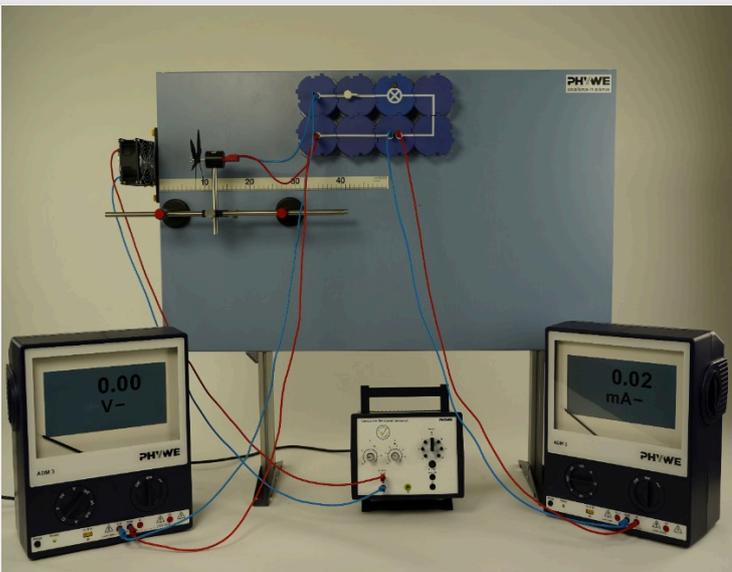
PHYWE
excellence in science



- Die Stativbank auf die Tafel setzen und waagrecht ausrichten.
- Der Abstand zwischen Windgenerator und Gebläse soll zunächst 5 cm betragen.
- Gegebenenfalls den Abstand des Gebläses zur Tafel korrigieren und die Höhe des Generators durch Verschieben im Gleiter einstellen.
- Den Maßstab waagrecht auf Höhe des Rotors auf der Hafttafel anbringen.

Aufbau (3/3)

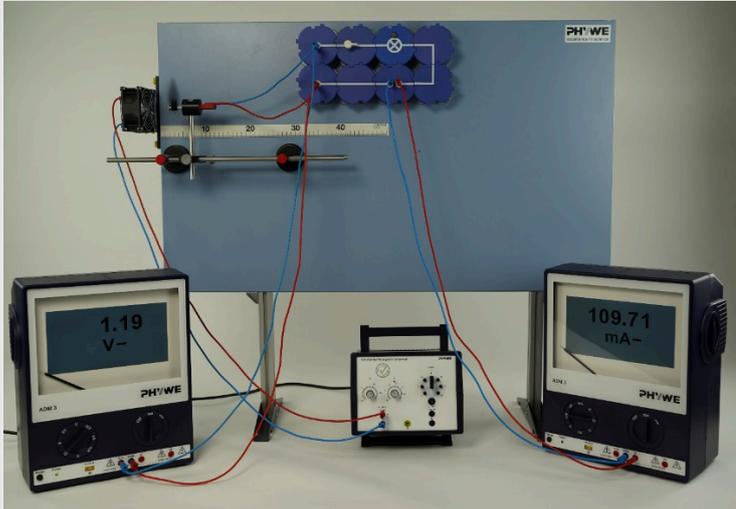
PHYWE
excellence in science



- Den Lampenstromkreis mit der 3,5-V-Glühlampe aufbauen.
- Das Gebläse so ausrichten, dass es einen waagerechten Windstrahl entlang der Tafel erzeugt.
- Das Gebläse mit dem Gleichspannungsausgang des Netzgerätes verbinden.
- Das Netzgerät ist ausgeschaltet.

Durchführung (1/2)

PHYWE
excellence in science



Versuchsteil 1: Windrad mit sechs Rotorblättern

- Netzgerät auf 0 V stellen und einschalten.
- Eine Spannung von 12 V einstellen.
- Strom und Spannung messen.
- Den Abstand zwischen Windrad und Gebläse um 5 cm Vergrößern.
- Die letzten beiden Schritte wiederholen, bis ein Abstand von 40 cm erreicht wird.
- Die Messwerte in die Tabelle in der Auswertung eintragen.

Durchführung (2/2)

PHYWE
excellence in science



Versuchsteil 2: Windrad mit drei Rotorblättern

- Drei der sechs Rotorblätter vom Windgenerator entfernen und das Windrad wieder auf einen Abstand von 5 cm zum Gebläse bringen.
- Das Netzgerät wieder auf 12 V einstellen und die Messung mit nun drei Rotorblättern wiederholen.
- Die Messwerte wieder in die Tabelle eintragen.
- Das Netzgerät auf 0 V stellen und ausschalten.

Auswertung (1/4)

PHYWE
excellence in science

Versuchsteil 1: Windrad mit 6 Rotorblättern:

Abstand [cm]	5	10	15	20	25	30	35	40
Stromstärke I								
Spannung U								
Leistung P								

Auswertung (2/4)

PHYWE
excellence in science

Versuchsteil 2: Windrad mit 3 Rotorblättern:

Abstand [cm]	5	10	15	20	25	30	35	40
Stromstärke I								
Spannung U								
Leistung P								

Auswertung (3/4)

PHYWE
excellence in science

Beide Leistungskurven sinken mit steigendem Abstand,

dies geschieht linear.

jedoch geschieht dies nicht linear.

Auswertung (4/4)

PHYWE
excellence in science

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Es lässt sich erkennen, dass mit nur 3 Rotorblättern weniger als 20 % der Leistung des Windrades mit erreicht wird. Die Leistung ist deutlich kleiner bei , weil sich damit die Fläche verkleinert, auf die die Windkraft wirken kann. Weiter sind bei sechs Rotorblättern die Blätter in der Mitte so dicht beieinander, dass die an einem Blatt vorbeiströmende Luft auf trifft. Bei steigendem Abstand sinkt die . Durch die geringere Rotation der Blätter wird eine geringere im Generator erzeugt.

elektrische Leistung

6 Rotorblättern

geringerer Rotorzahl

ein weiteres Rotorblatt

Windgeschwindigkeit

✓ Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 16: Leistungskurven und Rotorblätter	0/3
Folie 17: Leistung, Rotoren und Windgeschwindigkeit	0/5

Gesamtpunktzahl  0/8

 Lösungen anzeigen

 Wiederholen

 Text exportieren