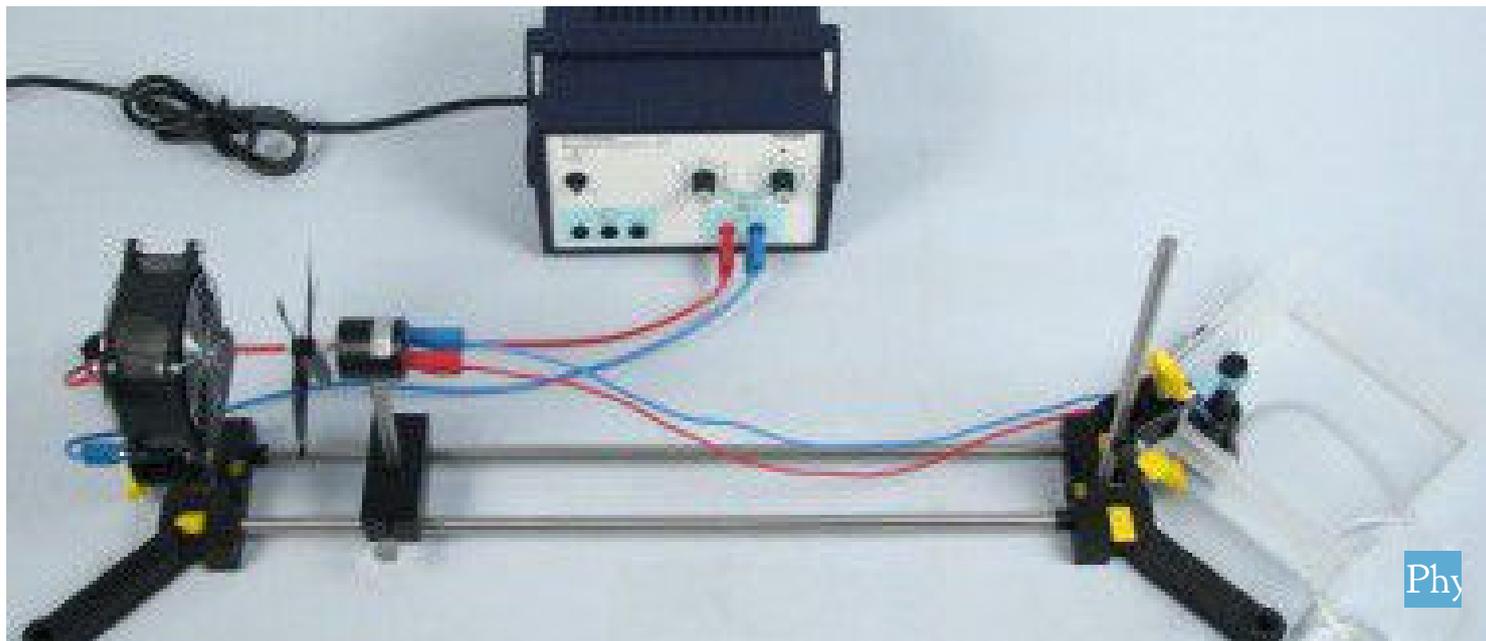


# Pumpen von Wasser mit Windenergie



Physik → Energie → Erneuerbare Energien: Wasser

Physik → Energie → Energiespeicherung



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



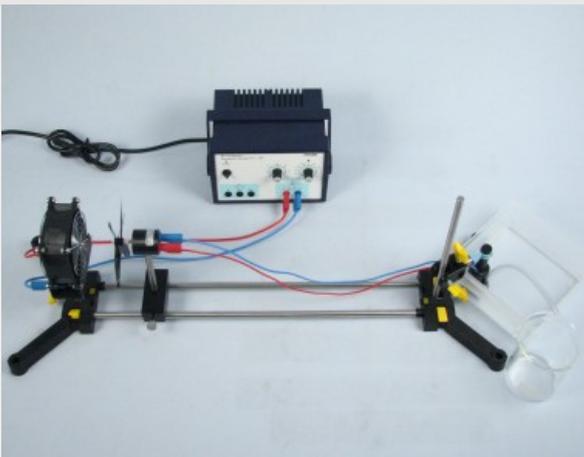
Durchführungszeit

10 Minuten



# Lehrerinformationen

## Anwendung



Versuchsaufbau

Um den Einsatz von erneuerbarer Energie zu erweitern, wird ständig nach neuen Anwendungsbereichen gesucht. Wind zum Beispiel liefert nicht konstant Energie, aber die Speicherung dieser gestaltet sich als schwierig.

Aus diesem Grund könnte man überschüssige Windenergie dazu nutzen, Wasser in ein höher gelegenes Becken zu pumpen, damit dieses für windstillere Tage mit Hilfe eines Wasserkraftwerkes zur Stromerzeugung genutzt werden kann.

Die Idee ein Pumpspeicherkraftwerk, also ein solches Wasserkraftwerk über Windenergie mit Strom zu versorgen um das Wasserbecken zu füllen, ist relativ neu.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/4)

**PHYWE**  
excellence in science

### Vorwissen



Die Schüler sollten mit der Funktionsweise von Windrädern vertraut sein.

### Prinzip



In diesem Versuch wird die von einer Windkraftanlage produzierte elektrische Energie gespeichert, indem man über eine Wasserpumpe Wasser auf eine höhere Lage pumpt und sie so mehr potentielle Höhenenergie inne trägt.

Es wird zudem beobachtet, wie effizient dieser Prozess vonstatten geht.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/4)

**PHYWE**  
excellence in science

### Lernziel



Die Schüler lernen die Methode der Pumpspeicherkraftanlage kennen, mit der man Energie aus erneuerbaren Energiekraftwerken speichern kann.

### Aufgaben



In diesem Versuch wird Wasser mit Hilfe eines Windrades in unterschiedliche Höhen gepumpt und die benötigte Zeit gemessen.

## Sonstige Lehrerinformationen (3/4)

### Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Es ist darauf zu achten, dass keine Luft in den Pumpen ist. Die Pumpleistung sinkt dadurch sehr stark. Es ist ratsam, destilliertes Wasser zu verwenden, um verklemmen des Flügelrades oder andere Probleme durch Kalkrückstände zu vermeiden.

## Sonstige Lehrerinformationen (4/4)

### Maßnahmen zur Verbesserung der Pumpleistung:

- Spannungsquelle mehrmals an- und ausschalten, da die bereits entstandene Wassersäule Luft beim Rücklauf hinaus drückt.
- Gegebenenfalls die Pumpe schrägstellen und die Spannungsquelle wiederum mehrmals an- und ausschalten.
- Leichtes Klopfen der Pumpe auf den Wannenboden.
- Drehen des Flügelrades in der Pumpe, da es zum Beispiel durch Kalkrückstände verklemmt sein könnte. (Das Flügelrad ist an der Unterseite der Pumpe durch die Öffnung zu sehen.)

## 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 um Verletzungsrisiken auszuschließen.

**PHYWE**  
excellence in science

## Schülerinformationen

## Motivation

**PHYWE**  
excellence in science



Windstille und niedrige Solarstrahlung - ungünstige Bedingungen zur Gewinnung von regenerativer Energie

Wenn Windkraftanlagen überschüssigen elektrischen Strom produzieren, so kann dieser genutzt werden, um Energiespeichermedien aufzuladen.

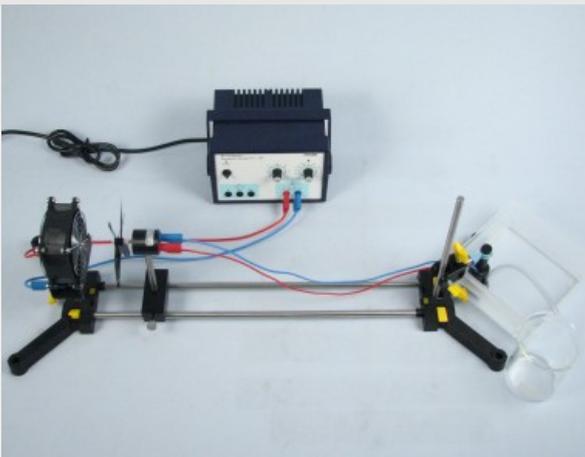
Zum Beispiel kann die überschüssige Energie genutzt werden, um Wasser in höher gelegende Becken hochzupumpen.

Sollte es später zu einer Flaute kommen, so kann die potentielle Höhenenergie des Wasser wieder freigesetzt werden, indem man das Wasser den Fluss durch eine Wasserturbine ermöglicht.

So können elektrische Geräte auch mit erneuerbarer Energie betrieben werden, wenn diese aktuell nicht produziert werden können

## Aufgaben

**PHYWE**  
excellence in science



Der Versuchsaufbau

In diesem Versuch wird Wasser mit Hilfe eines Windrades in unterschiedliche Höhen gepumpt und die benötigte Zeit gemessen.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, d ≤ 14 mm	02001-00	1
2	Becherglas, Boro, niedrige Form, 400 ml	46055-00	1
3	Laborbecher, Kunststoff (PP), 100 ml	36011-01	1
4	Stativstange, Edelstahl, l = 600 mm, d = 10 mm	02037-00	2
5	Gebälse, 12 V	05750-00	1
6	Rotor, 2 Stück	05752-01	1
7	Generator mit M3-Gewindeachse und Rändelmutter	05751-01	1
8	Reiter für optische Profilbank	09822-00	1
9	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-04	1
10	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-01	1
11	Digitale Stoppuhr, 24 h, 1/100 s und 1 s	24025-00	1
12	Maßband, l = 2 m	09936-00	1
13	Wasserpumpe / Generator	05753-00	1
14	Klemmhalter, d=16mm, mit Stiel	05764-00	1
15	Wanne, 150 mm x 150 mm x 65 mm, Kunststoff	33928-00	1
16	Stativstange, Edelstahl, l = 250 mm, d = 10 mm	02031-00	1
17	Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung	02043-00	1
18	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1

## Aufbau (1/5)

**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 (2/5)

**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, sodass der Abstand zwischen Generator und Gebläse 5 cm beträgt (Abb. 6).



Abbildung 4



Abbildung 5

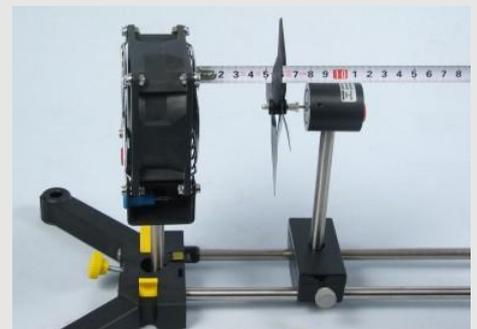


Abbildung 6

## Aufbau (3/5)

**PHYWE**  
excellence in science



Abbildung 7

**6.** Verbinde mit den langen Kabeln das Gebläse mit dem Ausgang für Gleichspannung am Netzgerät (Abb. 7)

Das Netzgerät ist ausgeschaltet.

## Aufbau (4/5)

**PHYWE**  
excellence in science



Abbildung 8

**7.** Befestige an der kurzen Stativstange den Klemmhalter mit der Doppelmuffe (Abb. 8).

**8.** Stelle eine Ecke der Wanne unter den Klemmhalter, befestige den Schlauch an der Pumpe und drücke die Pumpe in den Klemmhalter. Die Pumpe soll etwa einen Abstand von 2 mm zum Wannenboden haben (Abb. 9).



Abbildung 9

## Aufbau (5/5)

**PHYWE**  
excellence in science

**9.** Verbinde die Pumpe mit dem Generator entsprechend der Farbmarkierung (Abb. 10).



Abbildung 10

**10.** Fülle die Wanne mit Wasser, sodass die Pumpe etwa 2 cm im Wasser steht und stelle das große Becherglas unter das freie Schlauchende der Pumpe (Abb. 11).



Abbildung 11

**11.** Der gesamte Versuchsaufbau sollte nun etwa wie in Abb. 12 aussehen.

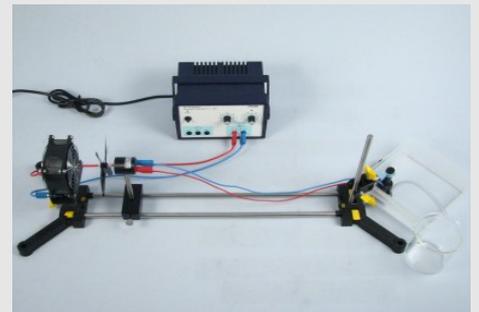


Abbildung 12

## Durchführung (1/2)

**PHYWE**  
excellence in science



Abbildung 13

- 1.** Drehe die beiden Stellknöpfe für Spannung und Stromstärke ganz nach rechts. Achte darauf, dass das Schlauchende der Pumpe über dem großen Becherglas ist und beuge den Schlauch, sodass er möglichst flach verläuft.
- 2.** Starte die Stoppuhr beim Anschalten des Netzgerätes (Abb. 13).
- 3.** Notiere die Zeit, die benötigt wird um 100 ml Wasser in das Becherglas zu pumpen.

## Durchführung (2/2)

**PHYWE**  
excellence in science

4. Schalte das Netzgerät aus und gieße das Wasser aus dem Becherglas wieder in die Wanne. Tausche das große Becherglas gegen den kleinen Becher aus und drücke den Schlauch nach unten. Achte auch hier wieder darauf, dass das Schlauchende über dem Becherglas ist und dass der Schlauch möglichst flach verläuft.

5. Starte die Stoppuhr beim Anschalten des Netzgerätes und notiere die Zeit für 100 ml. Schalte danach sofort das Netzgerät aus, damit der Becher nicht überläuft.

**Im Fall, dass die Pumpe nicht richtig läuft, helfen folgende Maßnahmen:**

- Leichtes Klopfen der Pumpe auf den Wannenboden
- Mehrmaliges An- und Ausschalten des Netzgerätes
- Drehen des Flügelrades an der Unterseite der Pumpe

**PHYWE**  
excellence in science

## Protokoll

## Aufgabe 1

**PHYWE**  
excellence in science

Wie skaliert die elektrische Leistung  $P$  mit dem Abstand des Windrades zum Gebläse?

- Die elektrische Leistung fällt kubisch ab mit steigendem Abstand.
- Die elektrische Leistung ist unabhängig zum Abstand.
- Die elektrische Leistung fällt quadratisch ab bei steigendem Abstand.
- Jeder Luftzug wirkt am meisten Kraft in einem bestimmten Abstand zum Gebläse. Dieser Abstand nennt sich Brennweite. Die elektrische Leistung steigt, wenn der Abstand sich der Brennweite annähert.

✓ Überprüfen

## Aufgabe 2

**PHYWE**  
excellence in science

Wie lautet die Gleichung für die potentielle Höhenenergie  $E_{Pot}$ ?

$$E_{Pot} = \square \cdot \square \cdot \square$$

$h$	$m$
$V$	$g$
$v$	$Q$
$\frac{1}{2}$	$t$

$h$  = Höhe,  $m$  = Masse,  $V$  = Volumen,  $g$  = Erdbeschleunigung  
 $v$  = Geschwindigkeit,  $Q$  = Ladung,  $t$  = Zeit

✓ Überprüfen

## Aufgabe 3

### Welche dieser Aussagen ist wahr?

Wenn man auf der Erde und auf den Mond die selbe Menge an Wasser um eine Höhe  $h$  hochpumpt, so benötigt man mehr Energie auf der Erde, da Objekte auf dem Mond über eine geringere Masse verfügen als auf der Erde.

Wenn man auf der Erde und auf den Mond die selbe Menge an Wasser um eine Höhe  $h$  hochpumpt, so benötigt man mehr Energie auf dem Mond als auf der Erde, da Beschleunigung in der Schwerelosigkeit energieaufwendiger ist.

Wenn man auf der Erde und auf den Mond die selbe Menge an Wasser um eine Höhe  $h$  hochpumpt, so benötigt man mehr Energie auf der Erde, da die Erde aufgrund ihrer größeren Masse über ein stärkeres Gravitationsfeld verfügt.

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 20: Elektrische Leistung	0/1
Folie 21: Potentielle Energie	0/3
Folie 22: Mond und Erde	0/1

Gesamtsumme  0/5

 [Lösungen](#)

 [Wiederholen](#)