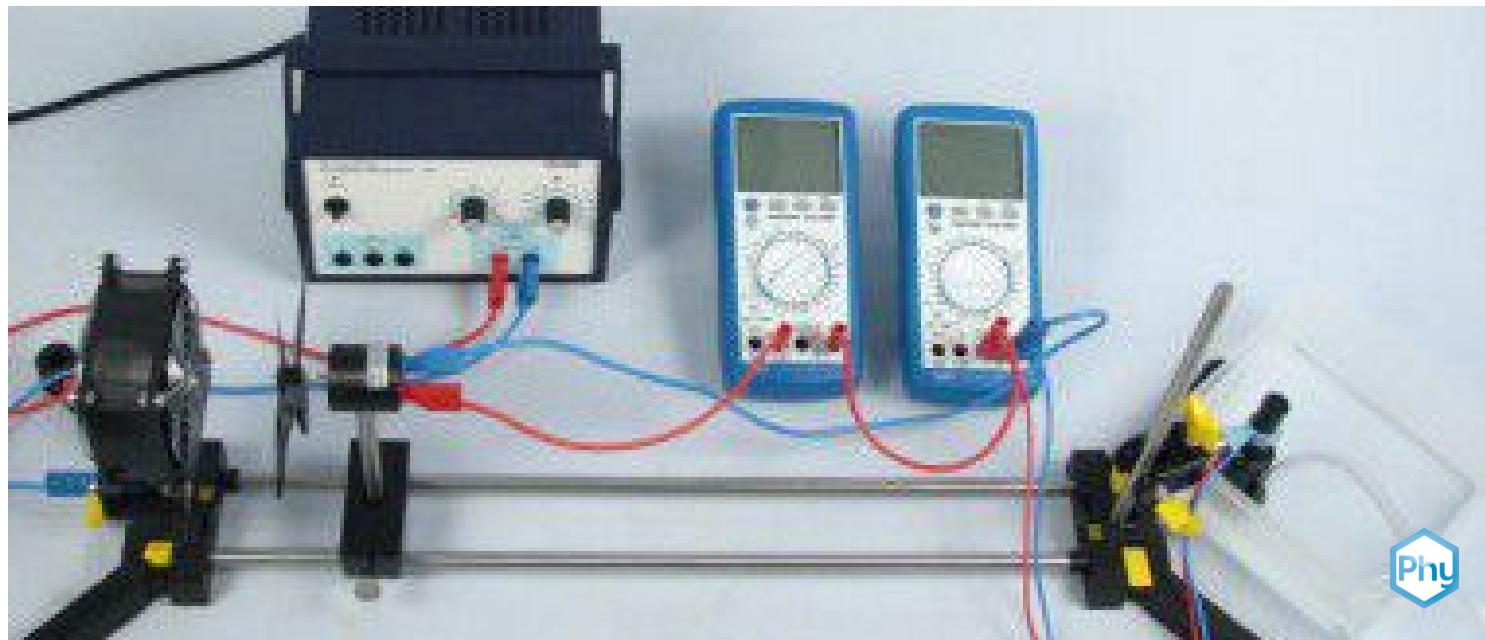


# Wirkungsgrad der Pumpe bei der Umwandlung von elektrischer Energie in potentielle Energie



Physik

Energie

Erneuerbare Energien: Wasser



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

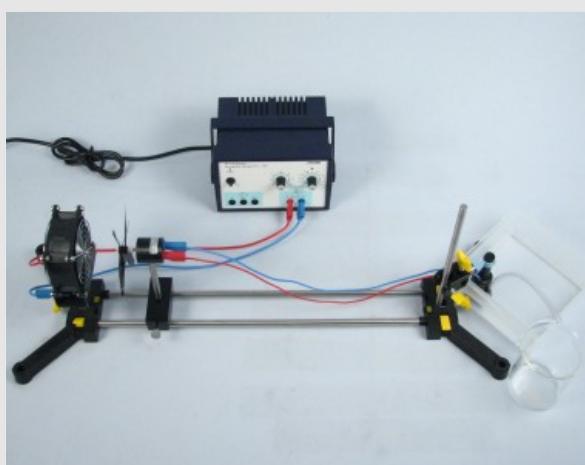
This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f3bea90809a3500033e0651>

**PHYWE**

## Lehrerinformationen

### Anwendung

**PHYWE**

Versuchsaufbau

Der Wirkungsgrad einer Energieumwandlung beschreibt, wieviel Energie letztendlich in der gewünschten Form vorliegt und wieviel an die Umwelt durchbeispielsweise Hitzeabstrahlung verloren geht.

Obwohl perfekt effiziente Energieumwandlungen physikalisch unmöglich sind, erreichen moderne Pumpen bis zu 90% Effizienz.

Je größer der Wirkungsgrad, desto weniger Energie wird während der Umwandlungen verschwendet.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/4)

PHYWE

### 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.

Dabei wird beobachtet, wieviel Energie aufgewendet wird im Vergleich zu der letztendlich gespeicherten Energie.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/4)

PHYWE

### Lernziel



Die Schüler lernen den Einfluss des Wirkungsgrades auf die Effizienz von Energieumwandlungen kennen.

### Aufgaben



Berechne den Wirkungsgrad der im Versuch verwendeten Wasserpumpe.

## Sonstige Lehrerinformationen (3/4)

PHYWE

### 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)

PHYWE

### 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



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



## Schülerinformationen

## Motivation

PHYWE



Eine moderne Wasserpumpe

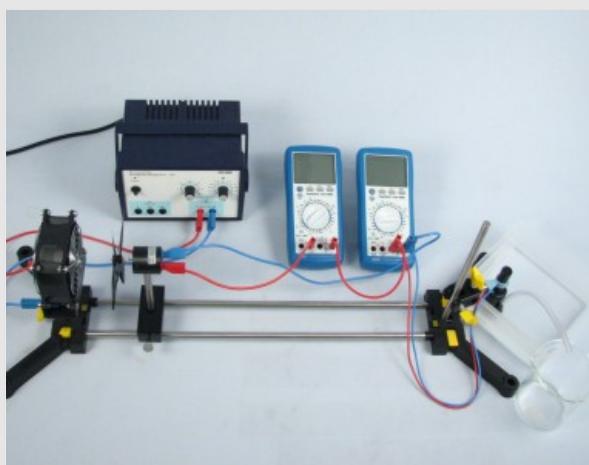
Bei Energieumwandlungen geht grundsätzlich Energie an die Umwelt verloren. Meist passiert dies über die Zerstreuung von Wärme über Reibungs- und Abstrahlprozessen.

Da man letztendlich möglichst viel Energie in der gewünschten nutzbaren Form vorliegen haben möchte, ist es wichtig die Umwandlungsprozesse möglichst effizient zu gestalten.

In diesem Versuch wird der Wirkungsgrad bei der Speicherung von Windenergie betrachtet.

## Aufgaben

PHYWE



Der Versuchsaufbau

Berechne den Wirkungsgrad der im Versuch verwendeten Wasserpumpe.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-01	2
2	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-01	1
3	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-04	2
4	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, d ≤ 14 mm	02001-00	1
5	Stativstange, Edelstahl, l = 600 mm, d = 10 mm	02037-00	2
6	Gebläse, 12 V	05750-00	1
7	Generator mit M3-Gewindeachse und Rändelmutter	05751-01	1
8	Rotor, 2 Stück	05752-01	1
9	Digitale Stoppuhr, 24 h, 1/100 s und 1 s	24025-00	1
10	Maßband, l = 2 m	09936-00	1
11	Reiter für optische Profilbank	09822-00	1
12	Becherglas, Boro, niedrige Form, 400 ml	46055-00	1
13	Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung	02043-00	1
14	Klemmhalter, d=16mm, mit Stiel	05764-00	1
15	Stativstange, Edelstahl, l = 250 mm, d = 10 mm	02031-00	1
16	Wasserpumpe / Generator	05753-00	1
17	Wanne, 150 mm x 150 mm x 65 mm, Kunststoff	33928-00	1
18	PHYWE Digitalmultimeter, 600V AC/DC, 10A AC/DC, 20 MΩ, 200µF, 20 kHz, -20°C...760°C	07122-00	2
19	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1

## Aufbau (1/6)

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 (2/6)

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



Abbildung 4



Abbildung 5



Abbildung 6

## Aufbau (3/6)

PHYWE



Abbildung 7

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

Das Netzgerät ist ausgeschaltet.

## Aufbau (4/6)

PHYWE

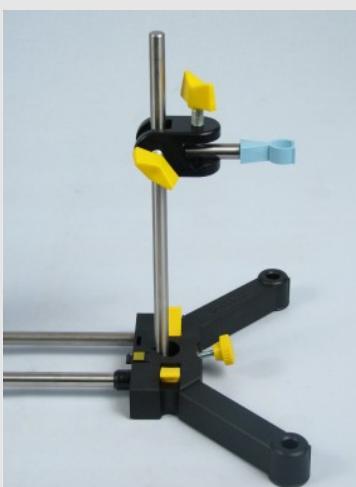


Abbildung 8

**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).

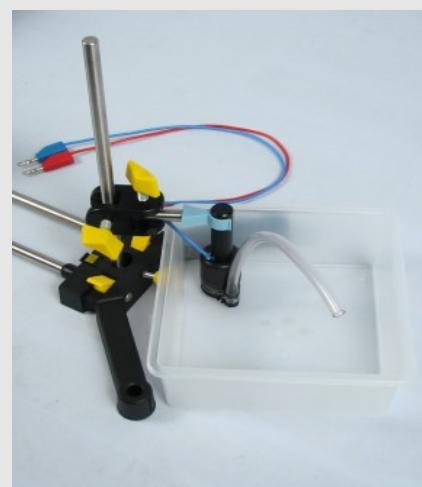


Abbildung 9

## Aufbau (5/6)

PHYWE

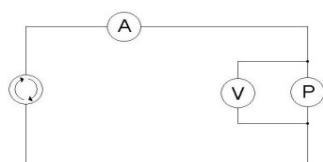


Abbildung 11

**9.** Schließe die Pumpe wie in Abb. 10 an das Voltmeter an.

**10.** Schalte vom Generator ausgehend ein Amperemeter mit der Pumpe in Reihe, sodass man folgendes Schaltbild (Abb. 11) erhält. Im Versuchsaufbau sollte es wie in Abb. 12 aussehen.

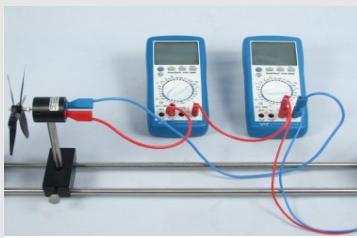


Abbildung 12



Abbildung 10

## Aufbau (6/6)

PHYWE



Abbildung 13

**11.** 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. 13).

**12.** Der gesamte Versuchsaufbau ist in Abb. 14 dargestellt.



Abbildung 14

## Durchführung (1/2)

PHYWE

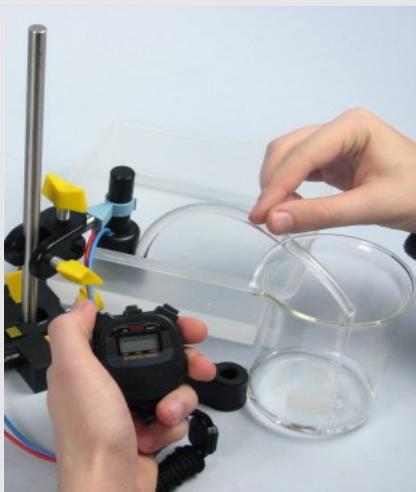


Abbildung 15

1. Drehe die beiden Stellknöpfe für Spannung und Stromstärke ganz nach rechts. Stelle den Messbereich des Voltmeters auf 20 V- ein und den des Amperemeters auf 200 mA-. Schalte das Netzgerät an und stelle sicher, dass die Pumpe gut läuft. Betrachte dazu die Hinweise unten.
2. Lass danach die Pumpe etwa eine Minute lang laufen, schalte anschließend das Netzgerät aus und entleere das Becherglas, bevor du mit der eigentlichen Messung beginnst.
3. Drücke den Schlauch an der Pumpe leicht auf den Rand des Becherglases und notiere die Höhe  $h$ , die das Wasser überwinden muss.

Drücke den Schlauch weiter auf den Rand des Becherglases und starte die Stoppuhr beim Anschalten des Netzgerätes (Abb. 15).

## Durchführung (2/2)

PHYWE

4. Notiere in dein Versuchsprotokoll, bei Abstand  $a = 5 \text{ cm}$  zwischen Windgenerator und Rotor: die Spannung  $U$ , die Stromstärke  $I$  und die Zeit  $t$ , die benötigt wird um das Becherglas mit 200 ml Wasser zu füllen.
5. Schalte das Netzgerät aus, entleere das Becherglas in die Wanne und wiederhole den Versuch bei einem Abstand  $a$  zwischen Windgenerator und Gebläse von 10 cm und notiere deine Ergebnisse. Schalte das Netzgerät aus.

### 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



# Protokoll

## Aufgabe 1

PHYWE

### Ziehe die Wörter in die richtigen Lücken

Der Wirkungsgrad  $\eta$  ist das [redacted] zwischen der nutzbaren Energie und der zugeführten Energie.

Reibungsprozessen

Verhältnis

Umwandlungsprozess

Energie

Umwelt

Da die nutzbare [redacted] theoretisch niemals so groß sein kann wie die zugeführte Energie, ist  $\eta$  immer kleiner als 1 und größer als 0.

Um den Wirkungsgrad zu verbessern, muss man jeden

[redacted] individuell betrachten und herausfinden, worüber er

Energie an die [redacted] verliert.

Bei [redacted] könnte man unter anderem die reibenden Oberflächen glätten.

Überprüfen

## Aufgabe 2

PHYWE

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

$$E_{Pot} = \underline{\hspace{2cm}} \cdot \underline{\hspace{2cm}} \cdot \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$h$  = Höhe,  $m$  = Masse,  $V$  = Volumen,  $g$  = Erdbeschleunigung

$v$  = Geschwindigkeit,  $Q$  = Ladung,  $t$  = Zeit

Überprüfen

## Aufgabe 3

PHYWE

Wie lautet die Gleichung für die elektrische Energie  $E_{el}$ ?

$$E_{el} = \underline{\hspace{2cm}} \cdot \underline{\hspace{2cm}} \cdot \underline{\hspace{2cm}}$$

$U$	$R$
$I$	$P$
$v$	$C$
$\frac{1}{2}$	$t$

$U$  = Spannung,  $R$  = Widerstand,  $I$  = Stromstärke,  $P$  = Leistung

$v$  = Geschwindigkeit,  $C$  = Kapazität,  $t$  = Zeit

Überprüfen

## Aufgabe 4

PHYWE

An einer Wasserpumpe mit Wirkungsgrad 0,8 liegt für 10 Sekunden eine Spannung von 5 V an. Der Innenwiderstand beträgt 5 Ohm.

Wie groß ist die zusätzliche potentielle Energie des Wassers?

Ergebnis:  J

Überprüfen

Folie

Punktzahl / Summe

Folie 21: Der Wirkungsgrad	0/5
Folie 22: Potentielle Energie	0/3
Folie 23: Elektrische Energie	0/3
Folie 24: Rechenaufgabe	0/1

Gesamtsumme

0/12

 Lösungen

 Wiederholen

14/14