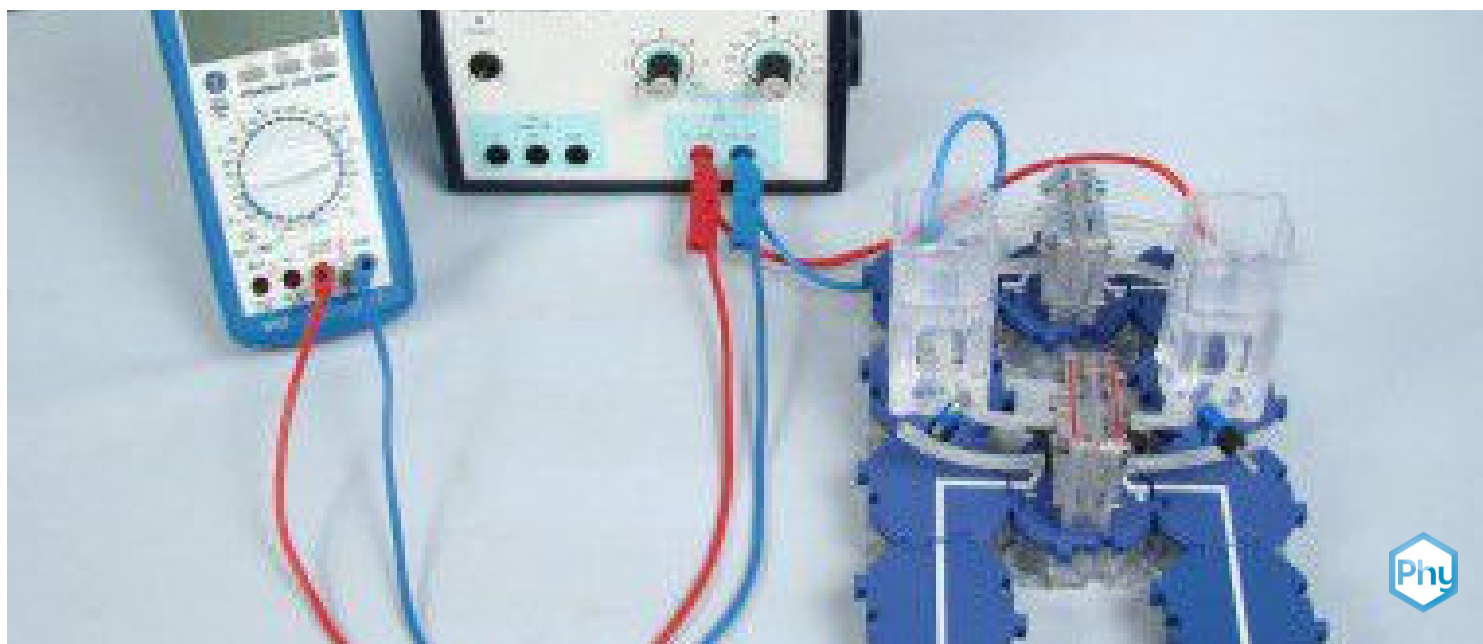


# Herstellung von grünem Wasserstoff: Wind-Wasserstoff-Anlage



Physik

Energie

Erneuerbare Energien: Wasser



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



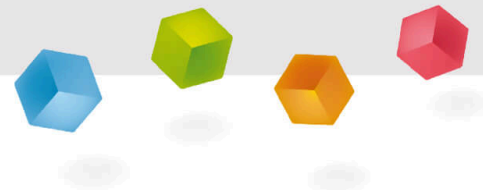
Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/600c5cf1ea99f70003329443>

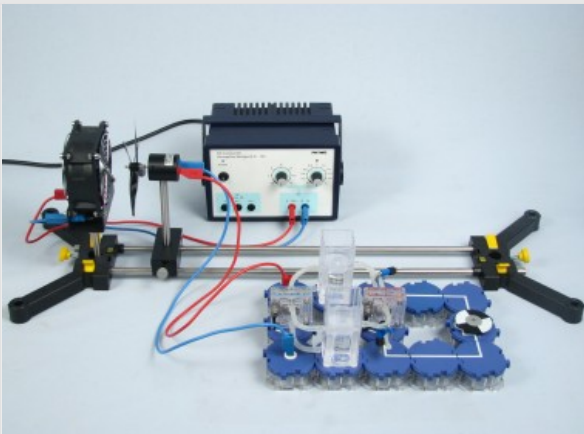
PHYWE



# Lehrerinformationen

## Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Windenergie ist wie die Sonnenenergie eine regenerative Energieform, nur dass diese bereits seit Jahrhunderten vom Menschen genutzt wird. Früher hat man die Windenergie in mechanische Energie, wie zum Beispiel bei Windmühlen, umgewandelt. In der neueren Zeit wird mit Hilfe der Windkraftanlagen elektrische Energie erzeugt. Diese wird wie bei Sonnenenergie aber nicht genau dann produziert, wenn sie benötigt wird, sodass man vom Wind abhängig ist. Damit Windenergie effektiver nutzbar wird muss die Energie gespeichert werden, was zum Beispiel derzeit durch Wasserstoff möglich ist.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

### Vorwissen



Als Vorwissen sollten den Schüler die chemische Zusammensetzung von Wasser kennen und mit der chemischen Reaktion zwischen Wasserstoff und Sauerstoff vertraut sein.

### Prinzip



Die Windenergie erzeugt mit Hilfe eines Generators eine Spannung, welche zur Trennung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff genutzt wird. Das relativ leicht zu speichernde Gas kann anschließend bei Bedarf wieder mit Hilfe einer Brennstoffzelle zu Wasser und elektrischer Energie umgewandelt werden.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

### Lernziel



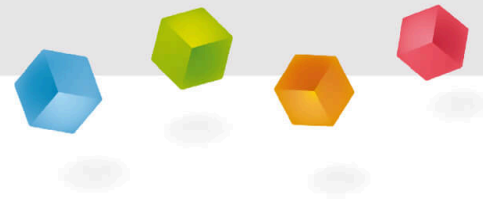
Die Schüler sollten verstehen wie Wasser mithilfe von Windenergie in seine Bestandteile zerlegt werden kann.

### Aufgaben



1. Überprüfe, ob sich eine Wasserstoffanlage mit Windenergie betreiben lässt.

PHYWE



# Schülerinformationen

## Motivation

PHYWE

Grüner Wasserstoff wird durch die Elektrolyse von Wasser produziert, wobei der benötigte Strom von Windkraftanlagen stammt. Bei diesem Prozess wird Wasser ( $H_2O$ ) in Wasserstoff ( $H_2$ ) und Sauerstoff ( $O_2$ ) zerlegt. Wenn der für diese Reaktion erforderliche Strom ausschließlich aus erneuerbaren Quellen wie Windenergie kommt, entstehen bei der Wasserstoffproduktion keine  $CO_2$ -Emissionen. Dies macht den so erzeugten Wasserstoff "grün" oder klimafreundlich. Dieser grüne Wasserstoff kann dann als sauberer Energieträger in verschiedenen Bereichen eingesetzt werden.



Abbildung einer Windkraftanlage

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Stativstange, Edelstahl, l = 600 mm, d = 10 mm	02037-00	2
2	Gebälse, 12 V	05750-00	1
3	Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, SB	05601-10	2
4	Leitungs-Baustein, gerade, SB	05601-01	1
5	Reiter für optische Profilbank	09822-00	1
6	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, d ≤ 14 mm	02001-00	1
7	Digitale Stoppuhr, 24 h, 1/100 s und 1 s	24025-00	1
8	Generator mit M3-Gewindeachse und Rändelmutter	05751-01	1
9	Rotor, 2 Stück	05752-01	1
10	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-04	2
11	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-01	2
12	Maßband, l = 2 m	09936-00	1
13	Leitungs-Baustein, winklig, SB	05601-02	4
14	Motor 5V, SB	05660-00	1
15	Becherglas, Boro, niedrige Form, 400 ml	46055-00	1
16	Gasspeicher, SB	05666-00	2
17	PEM Elektrolyseur, SB	05665-00	1
18	PEM Brennstoffzelle mit Lufoption, SB	05664-00	1
19	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1

## Sicherheitsinformation

PHYWE



H: 220 / 270

P: 210 / 220

Sauerstoff ist ein farb-, geruch- und geschmackloses brandförderndes Gas. Feuergefahr bei der Berührung mit brennbaren Stoffen.

Wasserstoff ist ein farb-, geruch- und geschmackloses brennbares Gas, das mit Luft leicht explosionsgefährliche Gemische bildet. Bei Versuchen, in denen mit Wasserstoff gearbeitet wird, müssen alle Zündquellen vorher entfernt werden.

Schutzbrille tragen.

## Aufbau (1/10)

PHYWE

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



Abb. 1



Abb. 2



## Aufbau (2/10)

PHYWE

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



Abb. 3

## Aufbau (3/10)

PHYWE

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

Die 6 Flügel sollen danach gleichmäßige Abstände voneinander haben und die Schrift soll von vorne lesbar sein (Abb. 5).



Abb. 4

Abb. 5



## Aufbau (4/10)

PHYWE

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

Die 6 Flügel sollen danach gleichmäßige Abstände voneinander haben und die Schrift soll von vorne lesbar sein (Abb. 5).

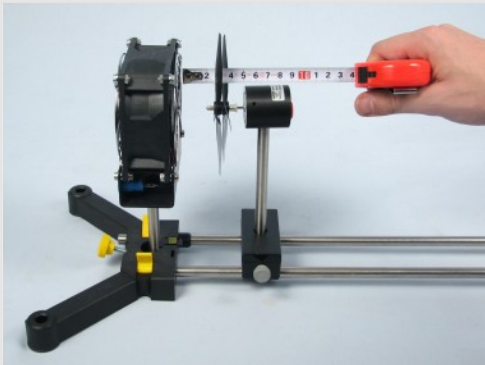


Abb. 6

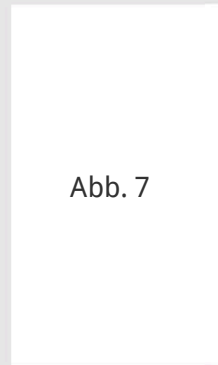


Abb. 7



## Aufbau (5/10)

PHYWE

Stecke die beiden Leitungsbausteine mit Anschlussbuchse, sowie die zwei Gasspeicher und den blau gekennzeichneten PEM-Elektrolyseur wie in Abb. 8 zusammen.

Verbinde beide Gasspeicher mit dem PEM-Elektrolyseur durch je zwei Schläuche.



Abb. 8



## Aufbau (6/10)

PHYWE

Bringe an das noch freie Ende an jedem Gasspeicher ebenfalls einen Schlauch an und klemme ihn mit je einer Schlauklemme ab (Abb. 9).

Baue den Stromkreis für die Brennstoffzelle, den Motor und die Leitungsbausteine wie in Abb. 10 zusammen.

Achte auf die Pole. Verbinde die Plusseite des Motors mit der Plusseite der Brennstoffzelle.



Abb. 9

## Aufbau (7/10)

PHYWE

Verbinde nun beide Bauelemente wie in Abb. 11.

Achte auch hier auf die Pole. Links der Brennstoffzelle, des Elektrolyseurs und des Motors sind die gleichen Pole, genauso wie Rechts.



Abb. 10



Abb. 11

## Aufbau (8/10)

PHYWE

Lass dir etwa 150 ml destilliertes Wasser in dein 400-ml-Becherglas füllen. Fülle damit beide Gasspeicher von oben bis zur unteren Markierung (Abb. 12).

**Achtung:** Ausschließlich destilliertes Wasser verwenden.



Abb. 12

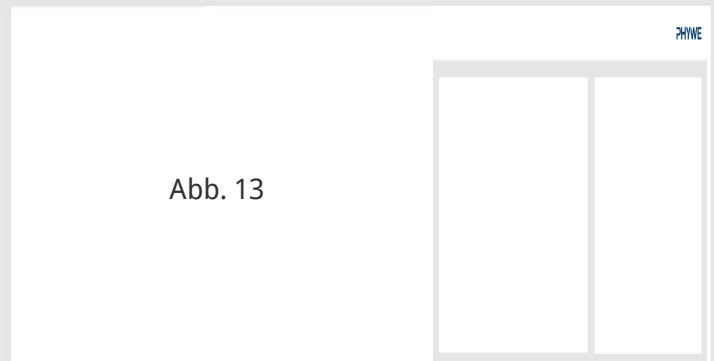


Abb. 13

## Aufbau (9/10)

PHYWE

Öffne die Schlauchklemmen, damit das Wasser nach unten in den Speicher fließt. Dabei soll das freie Schlauchende leicht in die Höhe gehalten werden um Verschütten von Wasser zu vermeiden (Abb. 13).

Klemme den Schlauch wieder zu und schließe die freien Schlauchenden an die Brennstoffzelle an (Abb. 14).



Abb. 14



Abb. 15

## Aufbau (10/10)

PHYWE

Die zwei zusätzlichen Schläuche sollen verhindern, dass eventuell austretendes Wasser zu den Kontakten gelangt.

Verbinde nun die beiden Leitungsbausteine mit Anschlussbuchse mit dem Windrad entsprechend der Polung: Rot entspricht dem Pluspol und Blau dem Minuspol (Abb. 15).

Insgesamt sollte Der Versuchsaufbau dann etwa wie in Abb. 16 aussehen.

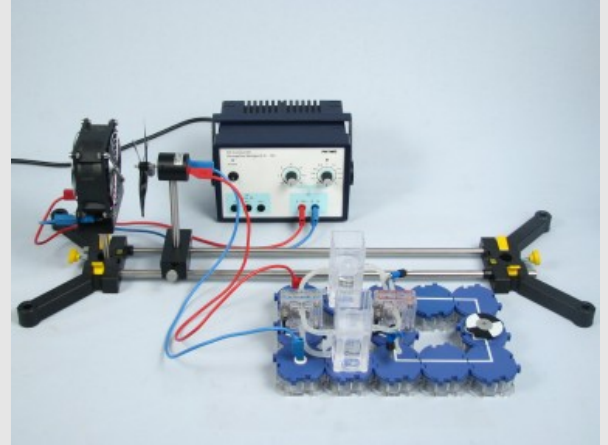


Abb. 16

## Durchführung (1/3)

PHYWE

Notiere dir zu Beginn unter Ergebnis im Protokoll (1) den derzeitigen Füllstand der beiden Gasspeicher.

Schalte das Netzgerät ein und starte die Stoppuhr (Abb. 17). Schalte das Netzgerät nach 5 Minuten wieder aus und notiere den Füllstand der beiden Gasspeicher unter (2).

Öffne die Schlauchklemme auf der Sauerstoffseite der Brennstoffzelle (siehe Kennzeichnung auf der Brennstoffzelle und dem Elektrolyseur).

Miss die Zeit, die der Motor läuft, wenn du die Schlauchklemme auf der Wasserstoffseite öffnest.

Notiere die Zeit unter (3).



Abb. 17

## Durchführung (2/3)

PHYWE

Schalte das Netzgerät wieder an und starte die Stoppuhr. Dabei sind die Schlauchklemmen immer noch offen.

Beobachte 5 Minuten lang, was mit dem Motor passiert und notiere das Beobachtete unter (4) und beschreibe unter (5), was in der gleichen Zeit im Elektrolyseur und den beiden Gasspeichern zu sehen ist.

Schalte das Netzgerät nach diesen 5 Minuten wieder aus und Beobachte ob der Motor läuft und gegebenenfalls wie lange. Notiere deine Ergebnisse unter (6).

## Durchführung (3/3)

PHYWE

### Entleerung des Gasspeichers:

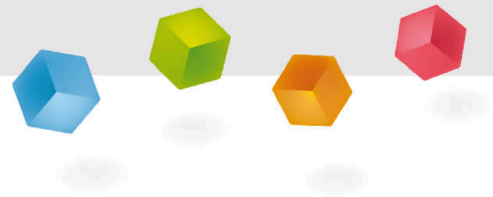
Entferne die Kabel bei ausgeschaltetem Netzgerät, sowie die Leitungsbausteine. Vergewissere dich, dass die Schlauchklemmen geschlossen sind und fasse mit je einer Hand je einen Gasspeicher. Der Elektrolyseur wird nicht entfernt. Hebe einen der beiden Gasspeicher über das Becherglas und kippe den Inhalt über eine Ecke aus (Abb. 18).

Verfahre mit dem zweiten Gasspeicher genauso.

Abb. 18



PHYWE



# Protokoll

## Beobachtungen 1

PHYWE

Wie viel Gas ist in den beiden Gasspeichern?

In beiden Gasspeichern sind je  $1 \text{ cm}^3$  Luft

In beiden Gasspeichern sind je  $5 \text{ cm}^3$  Luft

In einem Gasspeicher sind etwa  $5 \text{ cm}^3$  Luft und im anderen etwa  $1 \text{ cm}^3$  Luft

## Beobachtungen 2

PHYWE

Wie viel Gas ist nach 5 Minuten in den Gasspeichern?

Nach 5 Minuten sind  $8 \text{ cm}^3$  Gas in dem Wasserstoffspeicher und  $8 \text{ cm}^3$  Gas in dem Sauerstoffspeicher.

Nach 5 Minuten sind  $11 \text{ cm}^3$  Gas in dem Wasserstoffspeicher und  $8 \text{ cm}^3$  Gas in dem Sauerstoffspeicher.

Nach 5 Minuten sind  $8 \text{ cm}^3$  Gas in dem Wasserstoffspeicher und  $11 \text{ cm}^3$  Gas in dem Sauerstoffspeicher.

## Beobachtungen 3

PHYWE

Wie lange läuft der Motor, wenn man die Klemme an der Wasserstoffseite der Brennstoffzelle öffnet?

Der Motor läuft etwa 5:30 Minuten.

Der Motor läuft etwa 1:30 Minuten.

Der Motor läuft etwa 2:30 Minuten.

## Beobachtungen 4

PHYWE

Was passiert in den 5 Minuten mit dem Motor bei geöffneten Schlauklemmen?

## Beobachtungen 5

PHYWE

Was sieht man während der 5 Minuten im Elektrolyseur und in den Gasspeichern?

## Beobachtungen 6

PHYWE

Läuft der Motor weiter? Und wenn ja, dann wie lange?

Der Motor läuft dieses mal noch 10 Minuten weiter, nachdem das Netzgerät ausgeschaltet wurde.

Der Motor läuft dieses mal noch 5 Minuten weiter, nachdem das Netzgerät ausgeschaltet wurde.

Der Motor läuft nicht mehr weiter, nachdem das Netzgerät ausgeschaltet wurde.

## Auswertung (1/5)

PHYWE

Wie viel Gas wurde in 5 Minuten produziert und warum kann man das beim zweiten Durchgang nicht ablesen?

Es wurden  Wasserstoff produziert und  Sauerstoff. Beim zweiten Mal kann man dies nicht beobachten, weil die  geöffnet sind und deshalb ein ständiger  statt findet, sodass das  in die  entweicht

 Überprüfen



## Auswertung (2/5)

PHYWE

Wie ist es zu erklären, dass bei geöffneten Klemmen der Motor irgendwann anfängt zu laufen, aber nicht sofort?

## Auswertung (3/5)

PHYWE

Warum läuft der Motor bei geöffneten Klemmen länger als bei geschlossenen, nachdem man das Netzgerät ausgestellt hat?

Bei [ ] Klemmen gibt es den Aspekt der Verdrängung nicht. Dort wird nur durch [ ] die Konzentration an reinem Gas erhöht. Außerdem entweicht beim öffnen der Klemmen mit dem Mischgas auch ein großer Teil des reinen [ ], sodass der Konzentrationsunterschied zwischen Versuch 1 und 2 recht groß ist. Und mit höherer [ ] in Versuch 2 läuft die Brennstoffzelle und somit auch der Motor länger.

Konzentration

Gases

Diffusion

geschlossenen

 Überprüfen

## Auswertung (4/5)

PHYWE

Welche Eigenschaften aus Versuch 1 und 2 sind für eine reale Anwendung sinnvoll und welche nicht?

## Auswertung (5/5)

PHYWE

Welche Vor- und Nachteile hat die Nutzung von Windenergie gegenüber von Sonnenenergie?

Insbesondere für  wird sehr viel Energie benötigt, doch genau dann scheint die  logischerweise nicht. Mit  hingegen könnte man in diesem Fall Glück haben, sodass eine Speicherung nicht immer notwendig wäre, während  stets gespeichert werden muss um eine abendliche Beleuchtung zu ermöglichen. Beim zusätzlichen Schritt des Speicherns geht aber Energie verloren.

 Überprüfen

## Auswertung - Zusatzaufgabe

PHYWE


Was gibt es für regenerative Energieformen und was sind Primärenergiequellen?

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 23: Beobachtungen 1	0/1
Folie 24: Beobachtungen 2	0/1
Folie 25: Beobachtungen 3	0/1
Folie 28: Beobachtungen 6	0/1
Folie 29: Auswertung 1	0/6
Folie 31: Auswertung 3	0/4
Folie 33: Auswertung 5	0/4

Gesamtpunktzahl  0/18

 Lösungen anzeigen

 Wiederholen

 Text exportieren