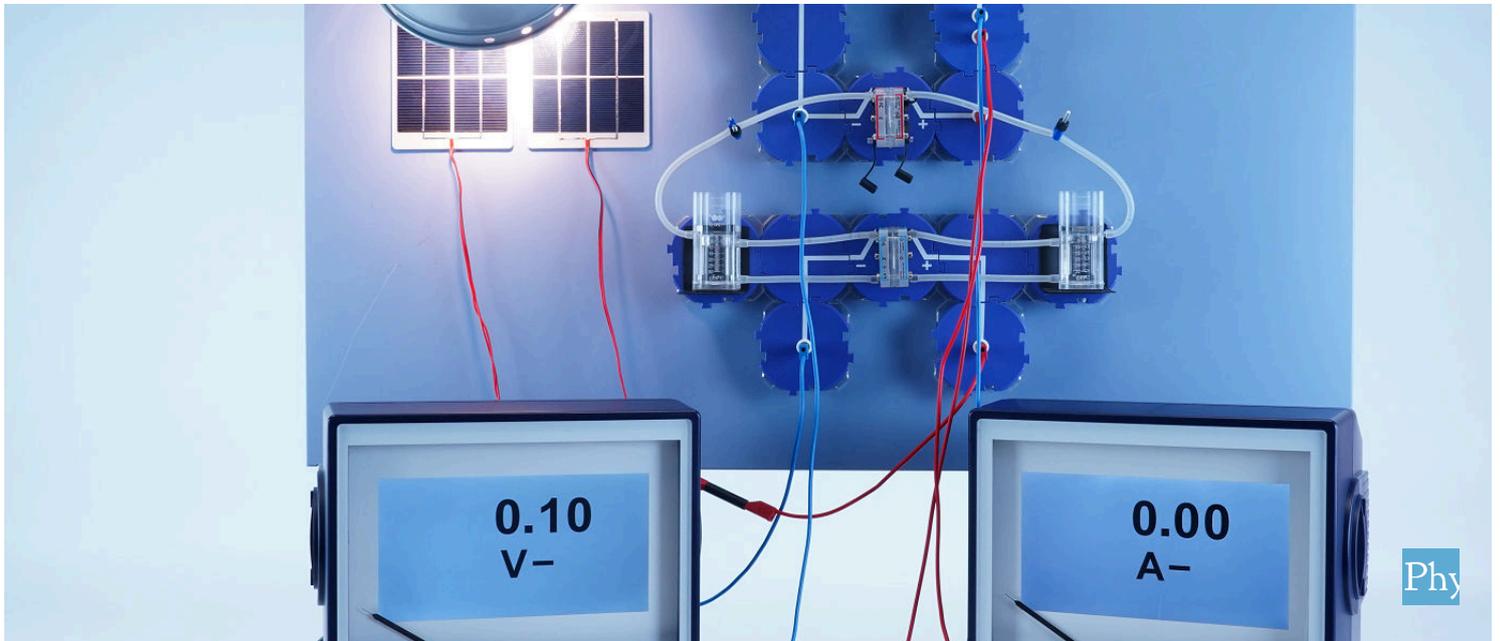


Erzeugen elektrischer Energie mit einer PEM Brennstoffzelle / Solar-Wasserstoff-Anlage mit ADM3



Solar-Wasserstoff Anlage

Physik	Energie	Erneuerbare Energien: Wasser	
 Schwierigkeitsgrad schwer	 Gruppengröße 1	 Vorbereitungszeit 10 Minuten	 Durchführungszeit 20 Minuten



Allgemeine Informationen

Anwendung



Erzeugen elektrischer Energie mit einer Brennstoffzelle und Solar-Wasserstoff-Anlage

Die Speicherung von Solarenergie ist nötig, da sie nicht rund um die Uhr zur Verfügung steht. Als Speichermedium könnte in Zukunft Wasserstoff dienen.

Durch Erzeugung von Wasserstoff mit einem Elektrolyseur kann Wasserstoff in Gasbehältern gespeichert werden. Durch anschließender Zuführung in eine Brennstoffzelle wird elektrische Energie erzeugt und ein Verbraucher kann davon profitieren.

In diesem Versuch lernen die Schüler dieses Prinzip mit Hilfe einer Solar-Wasserstoffanlage kennen.

Sonstige Informationen (1/3)

PHYWE
excellence in science

Vorwissen



Zur Durchführung des Versuchs sollten die allgemeinen Grundkenntnisse der Elektrotechnik (Parallel- und Reihenschaltung) bekannt sein. Zudem wird ein fehlerloser Umgang mit den Geräten vorausgesetzt.

Prinzip



Um die bei der Elektrolyse entstehenden Gase nutzen zu können wird die Brennstoffzelle benötigt. Diese erzeugt bei Zuführung der beiden Gase eine Spannung und aus den Gasen entsteht wieder Wasser.

Im ersten Versuchsteil soll qualitativ untersucht werden, wie sich ein Motor mit der Solar-Wasserstoff-Anlage betreiben lässt und ob die in der Luft enthaltenen Gase dazu genügen. Im zweiten Versuchsteil soll eine quantitative Untersuchung der Anlage folgen.

Sonstige Informationen (2/3)

PHYWE
excellence in science

Lernziel



Die Schüler erlernen Kenntnisse über die Trennung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff mit einem Elektrolyseur. Zudem wird erkannt wie eine Brennstoffzelle mit diesem Mittel Energie erzeugt und einen Verbraucher betreiben kann.

Sonstige Informationen (3/3)

PHYWE
excellence in science

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

- Für den Gasbehälter nur destilliertes Wasser verwenden.
- Maximale Spannung des Elektrolyseurs beträgt 4 V, die maximale Stromstärke 2 A.
- Vor der Durchführung soll der Elektrolyseur etwa 2 min im Leerlauf in Betrieb sein.

Der Doppel PEM Elektrolyseur hat bei 4,0 V eine Stromstärke von mindestens 0,6 A (Nennwerte). Wenn die Stromstärke des Elektrolyseurs geringer ist, dann nimmt sie im Allgemeinen bei längerem Betrieb allmählich zu. Ist dies nicht der Fall, müssen die beiden Anschlüsse des Elektrolyseurs für eine Minute oder auch längere Zeit kurzgeschlossen werden.

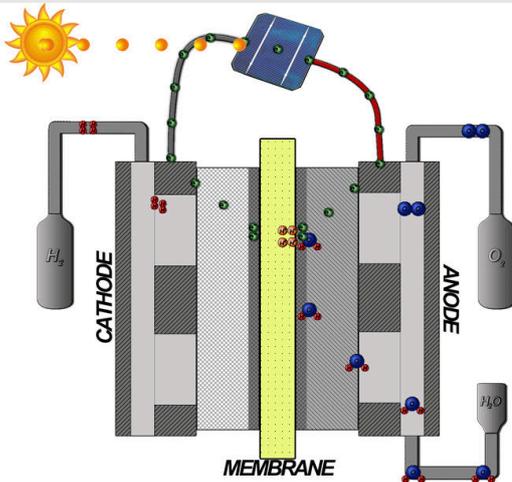
Sicherheitshinweise

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.

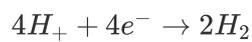
Theorie



wikipedia - Beispiel einer Wasserelektrolyse

Die Energie wird mit der Solarzelle in elektrische Energie umgewandelt. Durch diese Energie beginnt der Elektrolyseur eine Wasserelektrolyse. Es wird Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt.

Die Reaktionsgleichung lautet:



Wenn Energie benötigt wird, kann der Wasserstoff mit Hilfe einer Brennstoffzelle wieder in elektrische Energie umgewandelt werden.

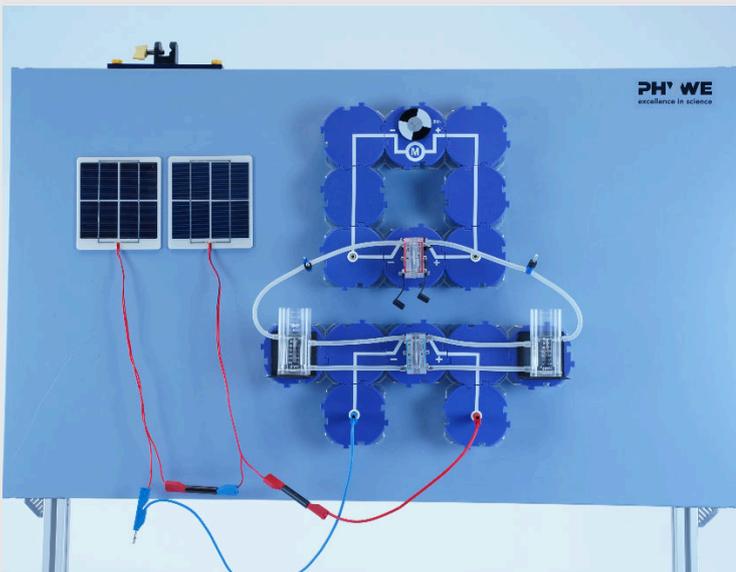
Material

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	Leitungs-Baustein, gerade, DB	09401-01	2
4	Leitungs-Baustein, winklig, DB	09401-02	4
5	Leitungs-Baustein, unterbrochen, DB	09401-04	1
6	Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, DB	09401-10	2
7	Motor mit Scheibe, 5 V, DB	09469-00	1
8	Solarbatterie 4 Zellen 10,5 x 17 cm, magnethaftend, mit Steckern	06752-23	2
9	Muffe auf Träger für Demo-Tafel	02164-00	1
10	Doppel PEM Elektrolyseur, DB	09488-00	1
11	Doppel PEM Brennstoffzelle mit Lufoption, DB	09486-00	1
12	Gasspeicher auf Magnetplatte, incl. Klemmen und Schlauch	09489-00	2
13	Baustein mit Magnetplatte, DB	09490-00	2
14	Metallwinkel für Baustein mit Magnetplatte	09491-00	2
15	Leitungs-Baustein, winklig mit Buchse, DB	09401-12	2
16	Doppelbuchse, Paar, 1 x rot und 1 x schwarz	07264-00	1
17	Stativstange, Edelstahl, l = 750 mm, d = 12 mm	02033-00	1
18	Lampenfassung, E 27, m. Reflektorschirm, Schalter, Stecker, BIGLAMP 501, Mini Reflektor 200 mm, inklusive Halter	06751-01	1
19	Glühlampe 230 V/120 W, mit Reflektor	06759-93	1



Aufbau und Durchführung

Aufbau (1/5)

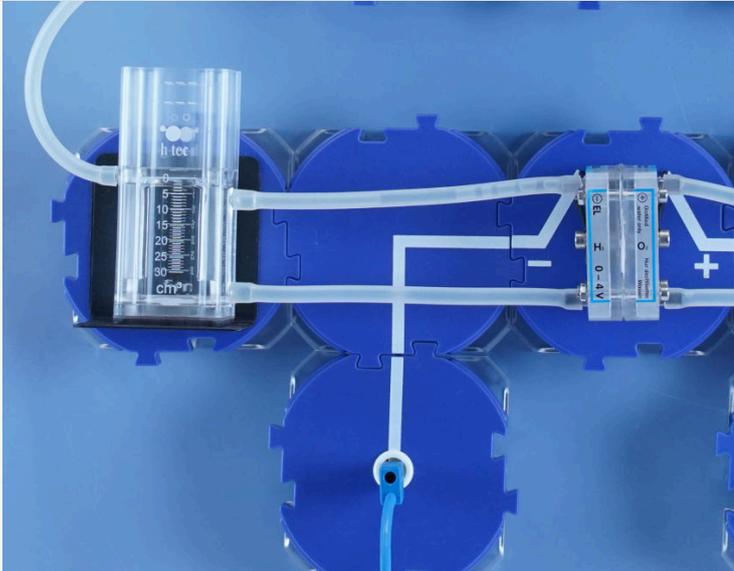


Versuchsteil 1: qualitativer Versuch

- Den Stromkreis für den Elektrolyseur und Brennstoffzelle nach der Abbildung aufbauen.
- Auf die Polung des Elektrolyseurs und der Brennstoffzelle achten.
- Die Solarzellen in Reihe schalten und an den Elektrolyseur anschließen.
- Dazu den roten Stecker mit dem positiven Pol und den blauen Stecker mit dem negativen Pol verbinden.

Aufbau (2/5)

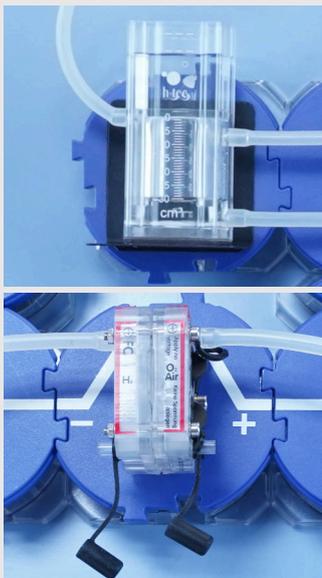
PHYWE
excellence in science



- Die beiden Gasspeicher rechts und links neben den Stromkreis setzen und mit dem Elektrolyseur über die Siliconschläuche verbinden.
- An das jeweils freie Ende beider Gasspeicher einen weiteren Siliconschlauch anbringen und mit einer Schlauchklemme verschließen.
- Gasspeicher bis zur unteren Markierung mit destilliertem Wasser füllen.

Aufbau (3/5)

PHYWE
excellence in science



- Schläuche von der Brennstoffzelle lösen und nach oben halten, sodass das Wasser in den unteren Teil der Gasbehälter fließt.
- Die Schlauchklemmen schließen und die Schläuche mit den Eingangsstutzen der Brennstoffzelle wieder verbinden.
- Darauf achten, dass der Gasspeicher am negativen Pol des Elektrolyseurs mit der Seite für H_2 der Brennstoffzelle verbunden ist und der Gasspeicher an der positiven Seite mit O_2 .
- Die Ausgangsstutzen der Brennstoffzelle öffnen und die die Luftpoption verschließen (siehe Abbildung).

Aufbau (4/5)

PHYWE
excellence in science



Aufbau Lampe

- Die Muffe an der oberen Kante der Tafel über der Solarbatterie auf dem Träger positionieren und sorgfältig festschrauben.
- Darin die Stativstange mit der Lampe befestigen und auf die Solarbatterie ausrichten.
- Der Abstand zwischen der Mitte der Solarbatterie und der Vorderseite der Lampe soll ca. 35 cm betragen.

Aufbau (5/5)

PHYWE
excellence in science



Versuchsteil 2: quantitativer Versuch

- Einen der beiden geraden Leitungsbausteine gegen einen unterbrochenen austauschen.
- Zwischen der Brennstoffzelle und dem Motor die ADM3 Multimeter schalten.
- Dabei soll der Strom in Richtung des Motors sowie die Spannung über der Brennstoffzelle gemessen werden.

Durchführung (1/4)

PHYWE
excellence in science

Teil 1 - Qualitativer Versuch

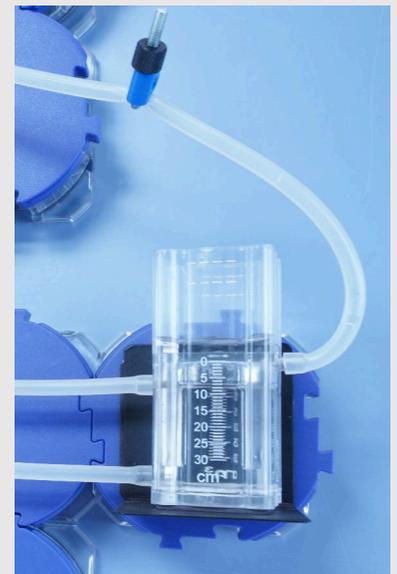
- Die Lampe so ausrichten, dass der Lichtkegel beide Solarbatterien in gleichem Maße, möglichst senkrecht trifft.
- Lampe einschalten und den Elektrolyseur beobachten.
- Sind beide Gasspeicher mit mindestens 10cm^3 Gas gefüllt, soll zuerst die Schlauchklemme an der Sauerstoffseite der Brennstoffzelle geöffnet werden.
- Den Motor beobachten.



Durchführung (2/4)



- Die Lufoption der Brennstoffzelle öffnen und den Motor beobachten.
- Die Schlauchklemme an der Wasserstoffseite der Brennstoffzelle öffnen und den Motor weiter beobachten.
- Lampe ausschalten.
- Schlauchklemmen schließen.



Durchführung (3/4)

PHYWE
 excellence in science


Versuchsteil 2: quantitativer Versuch

- Lampe einschalten und warten, bis einer der beiden Gasspeicher mindestens 10cm^3 Gas enthält.
- Lampe ausschalten.
- Wieder zuerst die Schlauchklemme auf der Sauerstoffseite, dann die auf der Wasserstoffseite der Brennstoffzelle öffnen.
- Den Motor dabei genau beobachten und die Spannung und Stromstärke notieren.

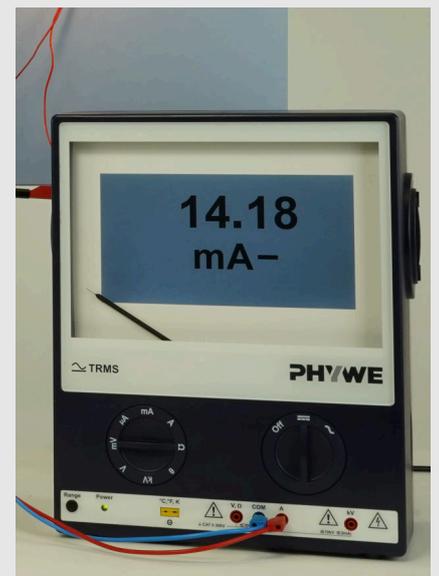
Durchführung (4/4)



- Mit den Multimetern die maximale Spannung und Stromstärke ablesen.
- Aus den Werten eine Leistung berechnen und in die Tabelle eintragen.

 Spannung U Strom I Leistung P

--	--	--



Auswertung (1/3)

PHYWE

Versuchsteil 1 qualitativer Versuch



Mit dem Einschalten der Lampe entstehen im Elektrolyseur Gasblasen, die durch die Schläuche zu den Gasbehältern gelangen.

Dies geschieht zwar langsam aber stetig.

Dies geschieht schnell und unregelmäßig.

Dies geschieht zwar langsam und unregelmäßig.

Auswertung (2/3)

PHYWE
excellence in science

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Eine Brennstoffzelle benötigt Wasserstoff und , um elektrische Energie erzeugen zu können. Der in der Luft beträgt lediglich 3 %. Der in Luft beträgt hingegen 21 %. Beim Öffnen der Schlauchklemme für wird reiner Wasserstoff der Brennstoffzelle zugeführt und der Sauerstoffanteil aus der Luft reicht aus um genug zu erzeugen, sodass der Motor zu rotieren beginnt.

Wasserstoff

Sauerstoffanteil

Sauerstoff

elektrische Energie

Wasserstoffanteil

✓ Überprüfen

Auswertung (3/3)

PHYWE
excellence in science

Beim zweiten Versuchsteil läuft der Motor beim Öffnen der Schlauchklemme auf der Sauerstoffseite ebenfalls nicht. Öffnet man hingegen die Klemme an der Wasserstoffseite, so erkennt man Folgendes: Die Spannung bleibt konstant, die Stromstärke unterliegt aber Schwankungen.

Zu Beginn sollte ein deutlicher Leistungspeak entstehen. Die Schwankungen in den Werten entstehen durch Reibung im Motor und der Peak zu Beginn entsteht durch die erhöhte Anfangsleistung, die der Motor zum Anlaufen benötigt, um die Reibung zu überwinden



Folie	Punktzahl/Summe
Folie 19: Gasblasen	0/5
Folie 20: Brennstoffzelle	0/5

Gesamtpunktzahl  0/10[👁 Lösungen anzeigen](#)[🔄 Wiederholen](#)[📄 Text exportieren](#)