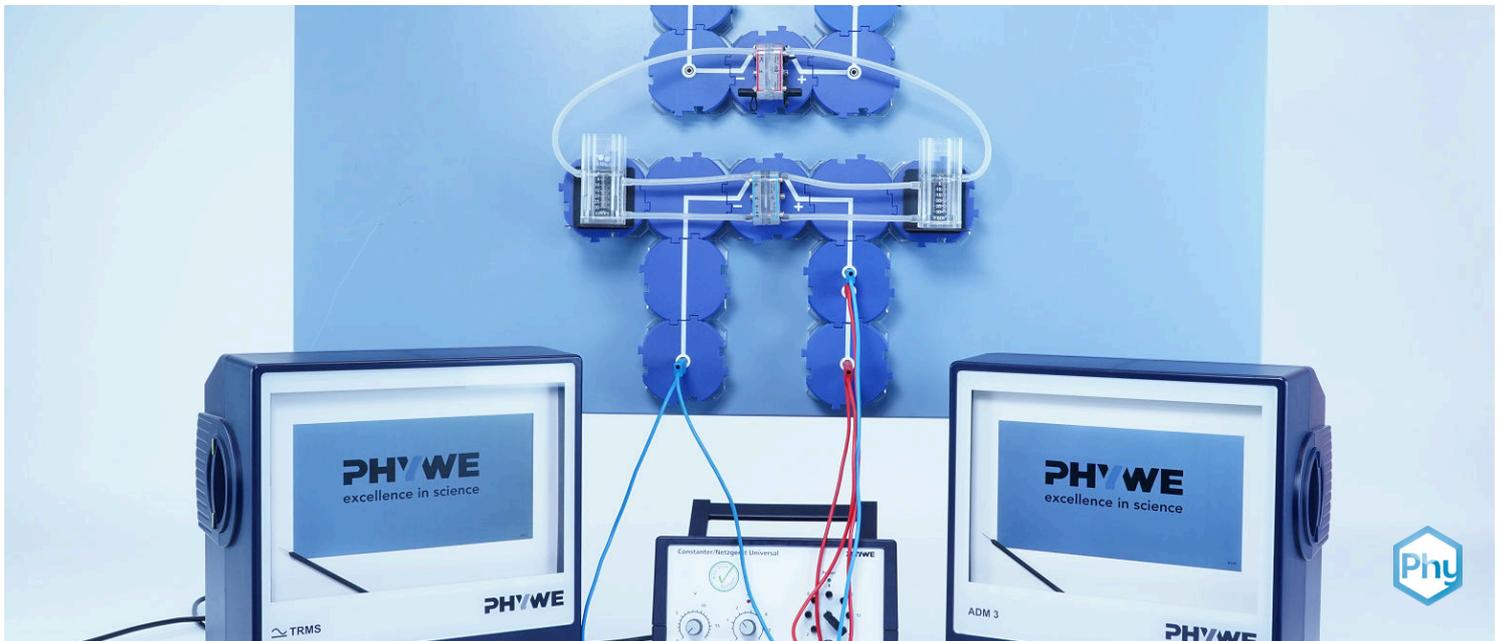


# Wirkungsgrad einer Elektrolyseur-Brennstoffzellen-Anlage mit ADM3



Wirkungsgrad Elektrolyseur-Brennstoffzellen-Anlage

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

This content can also be found online at:



<https://www.curriculab.de/c/607ef85cddcf8e0003548bc7>

PHYWE

# Allgemeine Informationen



## Anwendung

PHYWE  
excellence in science

### Wirkungsgrad Elektrolyseur-Brennstoffzellen-Anlage

Der Prozess vom Erdöl über das Benzin zum normalen Verbrennungsmotor hat einen Wirkungsgrad von etwa 20% und liegt damit in der gleichen Größenordnung wie der Wirkungsgrad einer Elektrolyseur-Brennstoffzellen-Anlage.

Wasserstoff wird daher als Speicher für elektrische Energie oder zum direkten Antrieb von Fahrzeugen weiter an Bedeutung gewinnen.

In diesem Versuch wird gezeigt, wie mit einer Elektrolyseur-Brennstoffzellen-Anlage der Wirkungsgrad berechnet werden kann.

## Sonstige Informationen (1/3)

PHYWE

### 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



Bei jeder Umwandlung von einer Energieform in eine andere treten Verluste auf. Dies trifft auch auf die Umwandlung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff im Elektrolyseur zu und auf die Rückgewinnung von Wasser in der Brennstoffzelle. In diesem Versuch soll der Wirkungsgrad der gesamten Anlage bestimmt werden.

## Sonstige Informationen (2/3)

PHYWE

### Lernziel



In diesem Versuch lernen die Schüler den Wirkungsgrad einer Elektrolyseur-Brennstoff-Anlage über das Verhältnis der zugeführten mit der genutzten Energie zu berechnen.

## Sonstige Informationen (3/3)

PHYWE

### 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

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

Der Wirkungsgrad ist der Anteil von der zugeführten Energie, die in nutzbare Energie umgewandelt wird!

Formelzeichen:  $\eta$

Einheit: 1 oder in %



Wirkungsgrad | Grundbegriffe | Begriffserklärung

Share

# Wirkungsgrad

Watch on  YouTube

*Wirkungsgrad | Grundbegriffe | Begriffserklärung  
F.M.H. Studios*

## Material

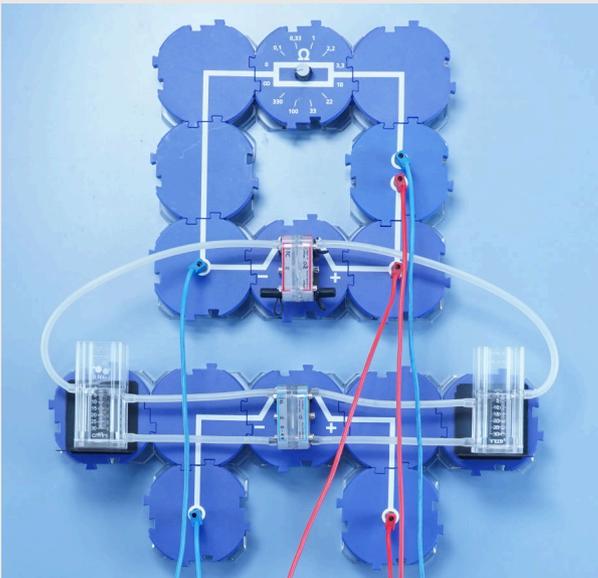
Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik	02150-00	1
2	PHYWE Demo-Multimeter ADM 3: Strom, Spannung, Widerstand, Temperatur	13840-00	2
3	PHYWE Netzgerät, universal, RiSU 2019 DC: 0...18 V, 0...5 A / AC: 2/4/6/8/10/12/15 V, 5 A	13504-93	1
4	Leitungs-Baustein, gerade, DB	09401-01	1
5	Leitungs-Baustein, winklig, DB	09401-02	4
6	Leitungs-Baustein, unterbrochen, DB	09401-04	1
7	Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, DB	09401-10	2
8	Doppel PEM Elektrolyseur, DB	09488-00	1
9	Doppel PEM Brennstoffzelle mit Lufoption, DB	09486-00	1
10	Gasspeicher auf Magnetplatte, incl. Klemmen und Schlauch	09489-00	2
11	Baustein mit Magnetplatte, DB	09490-00	2
12	Metallwinkel für Baustein mit Magnetplatte	09491-00	2
13	Leitungs-Baustein, winklig mit Buchse, DB	09401-12	2
14	Widerstandsdekade, DB	09420-00	1
15	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-01	1
16	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-04	1
17	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, gelb Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-02	1
18	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-01	1

PHYWE

# Aufbau und Durchführung



## Aufbau (1/4)

PHYWE  
excellence in science

### Versuchsteil 1: Zugeführte Energie

- Einen Stromkreis mit den beiden Gasspeichern rechts und links und dem Elektrolyseur aufbauen.
- An das jeweils freie Ende beider Gasspeicher einen weiteren Siliconschlauch anbringen und mit der Brennstoffzelle verbinden.
- Die Ausgangsstutzen der Brennstoffzelle und die Öffnung für Luftoption sind verschlossen.

## Aufbau (2/4)

PHYWE



Stutzen und  
Luftoption verschlossen

- Die Siliconschläuche vorerst von der Brennstoffzelle lösen.
- Die Schläuche nach oben halten und die Gasspeicher bis zur unteren Markierung mit destilliertem Wasser füllen, sodass das Wasser in den unteren Teil der Gasbehälter fließt. Die Schläuche wieder mit der Brennstoffzelle verbinden.
- Die Ausgangsstutzen der Brennstoffzelle und die die Luftoption verschließen (siehe Abbildung).



Speicher füllen

## Aufbau (3/4)

PHYWE  
excellence in science



Versuchsaufbau

- Den Stromkreis für die Messung der zugeführten Energie nach der Abbildung ergänzen.
- Das Netzgerät ist ausgeschaltet.
- Die Widerstandsdekade wird auf  $\infty$  (offen) eingestellt.
- Die ADM3 Multimeter sollen den Strom und die Spannung der zugeführten Energie messen.

## Aufbau (4/4)

PHYWE



### Versuchsteil 2: Nutzbare Energie

- Für den zweiten Versuchsteil werden die Multimeter aus dem Stromkreis des Elektrolyseurs entfernt und in den Stromkreis der Brennstoffzelle hinzugefügt.
- Dazu sollen die Multimeter im Laufe des Versuches die Spannung und den Strom über den oberen Kreislauf messen (nutzbare Energie).

## Durchführung (1/2)

PHYWE  
excellence in science



- Am Netzgerät die Spannung auf 0 V und die Strombegrenzung auf 2 A einstellen und das Netzgerät einschalten.
- Eine Spannung von 4 V einstellen und nachdem mindestens  $10\text{cm}^3$  Wasserstoff entstanden sind, die Ausgangsstutzen öffnen, um noch vorhandene Luft in der Brennstoffzelle zu verdrängen.
- Die Ausgangsstutzen wieder verschließen, die Gasspeicher beobachten und nach 60 Sekunden das Netzgerät auszuschalten und die elektrische Arbeit notieren (*Auswertung - Tabelle*).

## Durchführung (2/2)

**PHYWE**  
excellence in science



Versuchsteil 2: Nutzbare Energie

- Die Wasserspeicher in den aktuellen Zuständen lassen und die Schaltung in die zweite Variante aufbauen (Abbildung).
- Die Widerstandsdekade auf  $1\Omega$  einstellen und wieder 60 Sekunden lang abwarten.
- Die Gasspeicher beobachten und die Spannung und den Strom notieren.
- Wenn die Zeit abgelaufen ist, erneut die elektrische Arbeit (nutzbare Energie) in die Tabelle eintragen.

## Auswertung (1/2)

**PHYWE**  
excellence in science

### Versuchsteil 1: Zugeführte Energie

Die Gasmenge der Speicher ist zu Beginn abhängig von der Genauigkeit beim Füllen der Speicher mit Wasser und variiert deshalb.

Es wird eine elektrische Arbeit von:

verrichtet.

### Versuchsteil 2: Nutzbare Energie

Die Gasspeicher leeren sich deutlich langsamer, als sie gefüllt wurden.

Bei der Verbrennung wird elektrische Arbeit von:

verrichtet.

## Auswertung (2/2)

Trage die fehlenden Wörter ein.

Der Wirkungsgrad der Elektrolyseur-Brennstoffzellen-Anlage berechnet sich aus dem  der  und der zugeführten elektrischen Arbeit.

✓ Überprüfen

$$\eta_{\text{gesamt}} = \frac{W_{\text{nutzbar}}}{W_{\text{zugeführt}}}$$

Im Versuch werden folgende Werte festgestellt:

$W_{\text{zugeführt}}$ :

$W_{\text{nutzbar}}$ :

Daraus ergibt sich im Elektrolyseur-Stromkreis und im Brennstoffzellen-Stromkreis ein Gesamtwirkungsgrad von:

$\eta_{\text{gesamt}}$ :

Folie

Punktzahl/Summe

Folie 17: Auswertung Nutzungsgrad

0/2

Gesamtpunktzahl

  0/2

 Lösungen anzeigen

 Wiederholen

 Text exportieren