

Die Zersetzung von Wasser

Im Folgenden finden sich drei Ansätze zum Experiment ‚Zersetzung von Wasser‘.

Der Versuch eignet sich als Alternative zur Reaktion von Wasserdampf mit Magnesium.

Bei Variante 1 und 2 ist der erste Versuchsteil nachbearbeitend, bei Variante 2 kommen weitergehende Fragestellungen hinzu.

Variante 3 geht von den Bildern zur eigenständigen Erstellung einer Versuchsanleitung aus (Kommunikation).

Die zusätzlichen Aufgaben müssen ggf. an den Kenntnisstand der Klasse angepasst bzw. umformuliert werden.

Alternativ kann auch eine Hofmann-Küvette (Hedinger) eingesetzt werden.

Das Experiment kann neben dem Thema Wasserstoff auch die quantitative Betrachtung einer Reaktion im Schülerversuch abdecken, wenn die Umrechnung von Volumen- auf Massenverhältnisse umgerechnet wird.

Weitergehend kann das Experiment mit einer nachgeschalteten Brennstoffzelle in Klasse 10 oder der Kursstufe eingesetzt werden.

SV: Die Zersetzung von Wasser in die Elemente

Vorabinformationen:

Wasser hat die chemische Formel H_2O und gehört zu den leichtflüchtigen Stoffen. Es ist eine Verbindung der Elemente Wasserstoff (Elementsymbol H) und Sauerstoff (Elementsymbol O).

Wasser kann mit Elektrizität in die Elemente Wasserstoff (Molekülformel H_2) und Sauerstoff (Molekülformel O_2) zerlegt werden.

Historisch gelang dies im 19. Jahrhundert dem Chemiker August Wilhelm von HOFMANN mit dem nach ihm benannten HOFMANN'schen Wasserzersetzer (schematische Abbildung s. rechts). Wichtig war hierbei die Trennung der sich bildenden Gase Wasserstoff und Sauerstoff, da diese explosionsartig miteinander reagieren können.

Heute kann dieses Experiment sehr einfach mit Hilfe eines Elektrolyseurs durchgeführt werden.

Wasser wird bei einer Spannung von 2,00 V **elektrolysiert**. Wichtigstes Bauteil des Elektrolyseurs ist die **PEM (Proton Exchange Membrane)**. Die Oberfläche der PEM ist mit einem Katalysator (hier: Edelmetalle) belegt. Die Gase Wasserstoff und Sauerstoff werden in getrennten Gasbehältern gesammelt.

Sicherheitshinweise: Bei dem Versuch entsteht Wasserstoff, der mit Sauerstoff oder Luft explosive Gemische bilden kann. Daher ist immer darauf zu achten, dass die Schlauchverbindungen richtig angebracht sind und stabil sitzen. Auch dürfen sich keine Zündquellen in der Nähe der Apparatur befinden. Bei der elektrischen Verschaltung muss auf die richtige Polung von Akku und Elektrolyseur geachtet werden.

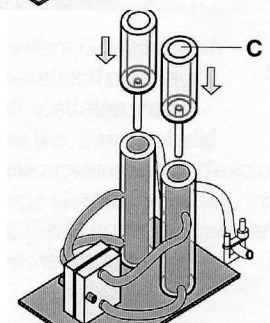
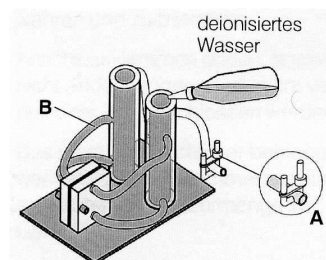
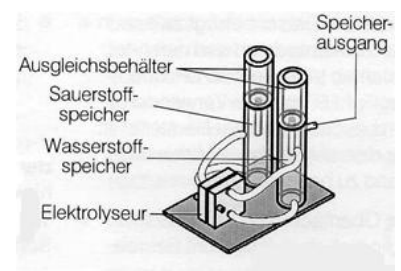
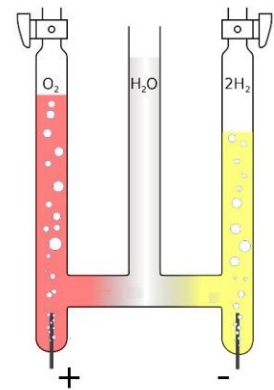
Materialien: Elektrolyseur, Wasser (demineralisiert bzw. entsalzt), Schlauchverbindungen, 2 Spezial-Kabel mit zwei unterschiedlich großen Steckern, 2 Ausgleichsbehälter (evtl. bereits auf die Gasspeicher geschraubt), Akku (2,0 V).

Der Elektrolyseur: Die Abb. rechts zeigt den Aufbau des Elektrolyseurs mit Gas-Speichertanks sowie Bezeichnung der einzelnen Bauteile.

Durchf.:

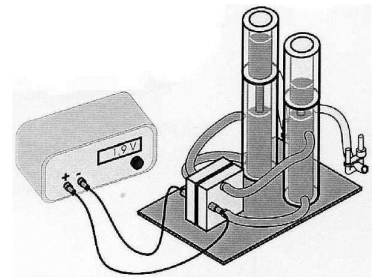
1. Befestige – falls nicht bereits geschehen – die Gasleitungen an den Ausgangsanschlüssen der Speichertanks.
2. Schließe die Ausgangsventile (A) mit Schlauchklemmen (Alternativ: Holzklammern).
3. Befülle die Speichertanks bis zur Markierung –A– mit demineralisiertem Wasser.
4. Drücke die oberen Silikonschläuche (B) mehrmals zwischen zwei Fingern, bis sie mit Wasser gefüllt sind.
5. Fülle demineralisiertes Wasser in die Speichertanks nach, wenn der Wasserspiegel unter die Markierung –A– gesunken ist.
6. Setze die Ausgleichsbehälter (C) auf die Speichertanks. Der Wasserspiegel soll an den Ausgleichsbehälter angrenzen. Wenn dies nicht der Fall ist, öffne kurz das Ausgangsventil.

Bitte die Apparatur von der Lehrkraft kontrollieren lassen!



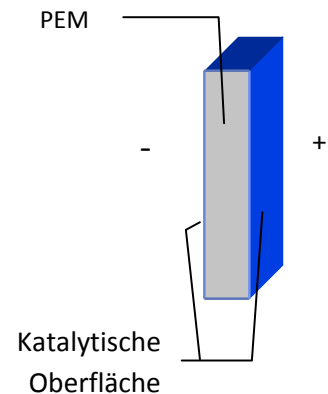
Bildquelle: h-tec GmbH

7. SchlieÙe einen Akku (2,0 V) mit den zugehörigen Spezialkabeln (zwei verschiedenen Steckergrößen) an den Elektrolyseur an. Achte dabei auf die richtige Polung!!!
8. Trenne die Kabelverbindung, sobald einer der beiden Speicher voll ist, d.h. das Gasvolumen die untere Markierung erreicht.



Auswertung:

1. Notiere Deine Beobachtungen.
2. Notiere die Reaktionsgleichung der ablaufenden Elektrolyse.
3. In welchem Volumenverhältnis bilden sich die beiden Gase?
4. Fülle das Gas, das sich am **positiven** Anschluss des Elektrolyseurs gebildet hat in ein kleines Reagenzglas, indem Du dieses über den Schlauch von unten befüllst und bestätige, dass es sich hierbei um Sauerstoff handelt.
5. Fülle das Gas, das sich am **negativen** Anschluss des Elektrolyseurs in ein kleines Reagenzglas, in dem Du das Gas von unten in das kleine Reagenzglas füllst und anschließend mit dem Daumen zuhältst. Entzündet den Gasbrenner und führt das Reagenzglas mit der Öffnung zur Brennerflamme (Öffnung nach unten halten, Daumen kurz vor der Flamme von der Öffnung entfernen). Diese Probe wird **Knallgasprobe** genannt.
6. An welchem Akku-Anschluss (Plus- oder Minuspol) entsteht welches Gas?
7. Stelle den HOFMANN'schen Wasserzersetzer und den Elektrolyseur gegenüber. Kennzeichne in beiden sich entsprechende Apparaturteile.



Aufgaben

1. Wasser bildet sich bei der Reaktion der Elemente Wasserstoff und Sauerstoff. Gib die Reaktionsgleichung bei der Bildung von Wasser aus den Elementen an.
2. Berechne aus dem Volumenverhältnis das Massenverhältnis, in dem Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser reagieren. Hierzu sind nachfolgende Dichte-Werte für die Elemente Wasserstoff und Sauerstoff angegeben. Kläre vorab mit deinem Praktikumpartner die Begriffe Standard- und Normbedingungen.

Element	Sauerstoff	Wasserstoff
Dichte unter Standardbedingungen	1,33 g/l	0,0833 g/l
Dichte unter Normbedingungen	1,43 g/l	0,0899 g/l

3. Begründe, wieso die Gasdichte von Sauerstoff und Wasserstoff unter Normbedingungen größer ist als unter Standardbedingungen.
4. Berechne das Massenverhältnis für Norm- bzw. Standardbedingungen. Begründe das Ergebnis.
5. Berechne das Volumen an Wasserstoff, das zur vollständigen Umsetzung von 5 Liter Sauerstoff benötigt wird (SB). Wie viel Gramm Wasser bilden sich bei der Reaktion?
6. Beschreibe, wie Wasser chemisch nachgewiesen werden kann.
7. Berechne, wie viel Gramm Wasserstoff vollständig mit 1,5 kg Sauerstoff reagieren.

SV: Die Zersetzung von Wasser in die Elemente

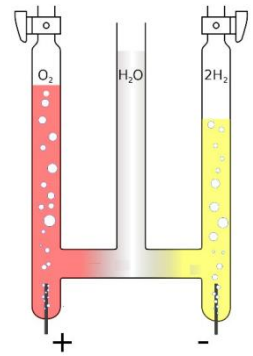
Vorabinformationen:

Wasser hat die chemische Formel H_2O und gehört zu den leichtflüchtigen Stoffen. Es ist eine Verbindung der Elemente Wasserstoff (Elementsymbol H) und Sauerstoff (Elementsymbol O).

Wasser kann mit Elektrizität in die Elemente Wasserstoff (Molekülformel H_2) und Sauerstoff (Molekülformel O_2) zerlegt werden.

Historisch gelang dies im 19. Jahrhundert dem Chemiker August Wilhelm von HOFMANN mit dem nach ihm benannten HOFMANN'schen Wasserzer-setzer (schematische Abbildung s. rechts). Wichtig war hierbei die Trennung der sich bildenden Gase Wasserstoff und Sauerstoff, da diese explosionsartig miteinander reagieren können. Heute kann dieses Experiment sehr einfach mit Hilfe eines Elektrolyseurs durchgeführt werden.

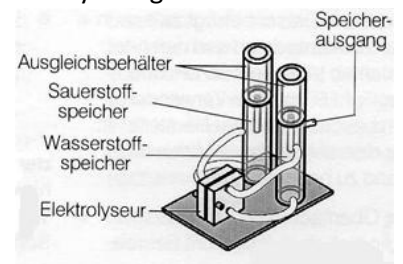
Wasser wird bei einer Spannung von 2,00 V **elektrolysiert**. Wichtigstes Bauteil des Elektrolyseurs ist die **PEM (Proton Exchange Membrane)**. Die Oberfläche der PEM ist mit einem Katalysator (Edelmetalle, u.a. Platin) belegt, was die Zerlegung von Wasser erleichtert. Die Gase Wasserstoff und Sauerstoff werden in getrennten Gasbehältern geleitet.



Sicherheitshinweise: Bei dem Versuch entsteht Wasserstoff, der mit Sauerstoff oder Luft explosive Gemische bilden kann. Daher ist immer darauf zu achten, dass die Schlauchverbindungen richtig angebracht sind und stabil sitzen. Auch dürfen sich keine Zündquellen in der Nähe der Apparatur befinden. Bei der elektrischen Verschaltung muss auf die richtige Polung von Akku und Elektrolyseur geachtet werden.

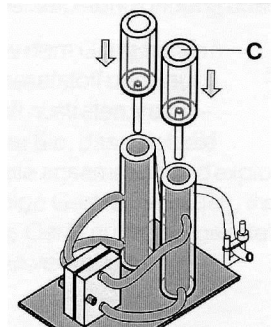
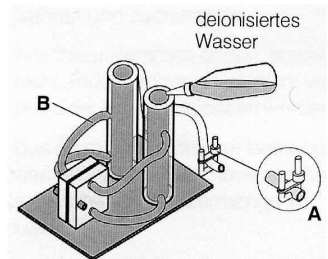
Materialien: Elektrolyseur, Wasser (demineralisiert bzw. entsalzt), Schlauchverbindungen, 2 Kabel, Gas-Speichertanks, 2V-Akku.

Der Elektrolyseur: Die Abb. rechts zeigt den Aufbau des Elektrolyseurs mit Gas-Speichertanks sowie Bezeichnung der einzelnen Bauteile.



Durchf.:

1. Befestige – falls nicht bereits geschehen – die Gasleitungen an den Ausgangsanschlüssen der Speichertanks.
2. Schließe die Ausgangsventile (A) mit Schlauchklemmen (Alternativ: Holzklammern).
3. Befülle die Speichertanks bis zur Markierung –A– mit demineralisiertem Wasser.
4. Drücke die oberen Silikonschläuche (B) mehrmals zwischen zwei Fingern, bis sie mit Wasser gefüllt sind.
5. Fülle demineralisiertes Wasser in die Speichertanks nach, wenn der Wasserspiegel unter die Markierung –A– gesunken ist.
6. Setze die Ausgleichsbehälter (C) auf die Speichertanks. Der Wasserspiegel soll an den Ausgleichsbehälter angrenzen. Wenn dies nicht der Fall ist, öffne kurz das Ausgangsventil.



Bitte die Apparatur von der Lehrkraft kontrollieren lassen!

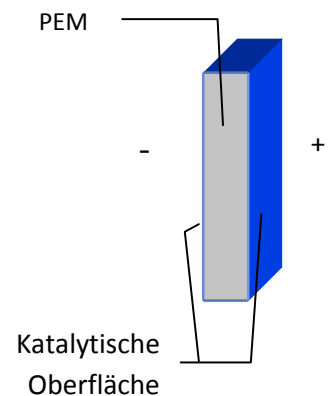
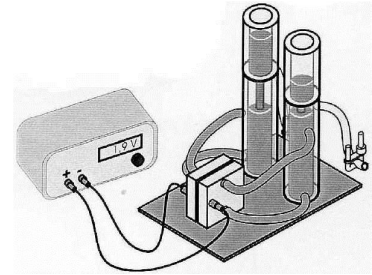
7. Schließe einen Akku (2,0 V) mit den zugehörigen Spezialkabeln (zwei verschiedenen Steckergrößen) an den Elektrolyseur an (Abb. s. nächste Seite). Achte dabei auf die richtige Polung!!!

Bildquelle: h-tec GmbH

- Trenne die Kabelverbindung, sobald einer der beiden Speicher voll ist, d.h. das Gasvolumen die untere Markierung erreicht.

Auswertung:

- Notiere Deine Beobachtungen.
- Notiere die Reaktionsgleichung der ablaufenden Elektrolyse.
- Protokolliere, wie sich die Gasvolumina während des Versuchs ändern.
- Fülle das Gas, das sich am **positiven** Anschluss des Elektrolyseurs gebildet hat in ein kleines Reagenzglas, indem Du dieses über den Schlauch von unten befüllst und bestätige, dass es sich hierbei um Sauerstoff handelt.
- Fülle das Gas, das sich am **negativen** Anschluss des Elektrolyseurs in ein kleines Reagenzglas, in dem Du das Gas von unten in das kleine Reagenzglas füllst und anschließend mit dem Daumen zuhältst. Entzündet den Gasbrenner und führt das Reagenzglas mit der Öffnung zur Brennerflamme (Öffnung nach unten halten, Daumen kurz vor der Flamme von der Öffnung entfernen). Diese Probe wird **Knallgasprobe** genannt.
- Stelle den HOFMANN'schen Wasserzerersetzer und den Elektrolyseur gegenüber. Kennzeichne in beiden sich entsprechende Apparaturteile.
- Erstelle je einen Steckbrief von Wasserstoff und Sauerstoff.
- An welchem Akku-Anschluss (Plus- oder Minuspol) entsteht welches Gas?
- Erkläre, wieso die Reagenzgläser zur Identifizierung der Gase wie oben beschrieben befüllt werden.



Aufgaben:

- Wasser bildet sich bei der Reaktion der Elemente Wasserstoff und Sauerstoff. Gib die Reaktionsgleichung bei der Bildung von Wasser aus den Elementen an.
- Begründe, in welchem Volumenverhältnis reagieren die Gase Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser?
- Berechne aus dem Volumenverhältnis das Massenverhältnis, in dem Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser reagieren. Hierzu sind nachfolgende Dichte-Werte für die Elemente Wasserstoff und Sauerstoff angegeben. Kläre vorab mit deinem Praktikumpartner die Begriffe Standard- und Normbedingungen.

Element	Sauerstoff	Wasserstoff
Dichte unter Standardbedingungen	1,33 g/l	0,0833 g/l
Dichte unter Normbedingungen	1,43 g/l	0,0899 g/l

- Begründe, wieso die Gasdichte von Sauerstoff und Wasserstoff unter Normbedingungen größer ist als unter Standardbedingungen.
- Berechne das Massenverhältnis für Norm- bzw. Standardbedingungen. Begründe das Ergebnis.
- Berechne das Volumen an Wasserstoff, das zur vollständigen Umsetzung von 5 Liter Sauerstoff benötigt wird (SB). Wie viel Gramm Wasser bilden sich bei der Reaktion?
- Beschreibe, wie Wasser chemisch nachgewiesen werden kann.
- Ein Physiker möchte nachweisen, dass es sich bei einer farblosen Flüssigkeit um Wasser handelt. Erläutere physikalische Möglichkeiten der Untersuchung.
- Berechne, wie viel Gramm Wasserstoff vollständig mit 1,5 kg Sauerstoff reagieren.
- Wasserstoff wird immer wieder als **Energieträger der Zukunft** diskutiert.
 - Diskutiere mit deinem Praktikumpartner, welche Vor- und Nachteile Wasserstoff als Energieträger hat und bereite ein Poster / Präsentation zur Vorstellung in der Klasse vor.
 - Informiere Dich mit Hilfe geeigneter Quellen, wie Wasserstoff hergestellt werden kann.
 - Diskutiere, ob demnach Wasserstoff ein möglicher Energieträger der Zukunft sein kann.

SV: Die Zersetzung von Wasser

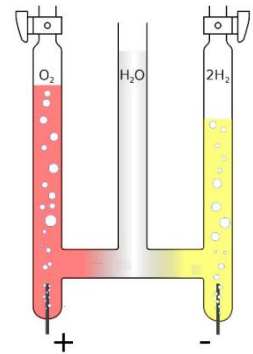
Vorabinformationen:

Wasser hat bekanntlich die chemische Formel H_2O und gehört zu den leichtflüchtigen Stoffen. Es ist eine Verbindung der Elemente Wasserstoff (Elementsymbol H) und Sauerstoff (Elementsymbol O).

Wasser kann mit Elektrizität in die Elemente Wasserstoff (Molekülformel H_2) und Sauerstoff (Molekülformel O_2) zerlegt werden.

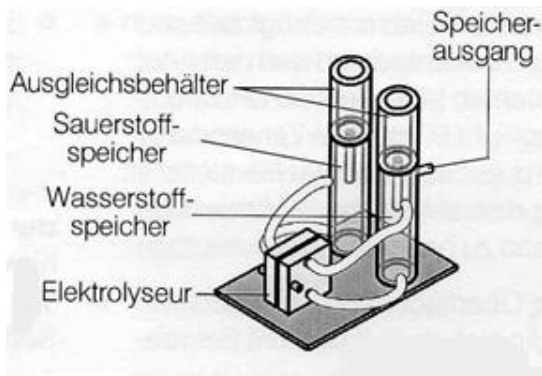
Historisch gelang dies im 19. Jahrhundert dem Chemiker August Wilhelm von HOFMANN mit dem nach ihm benannten HOFMANN'schen Wasserzersezter (schematische Abbildung s. rechts). Wichtig war hierbei die Trennung der sich bildenden Gase Wasserstoff und Sauerstoff, da diese explosionsartig miteinander reagieren können.

Heute kann dieses Experiment sehr einfach mit Hilfe eines Elektrolyseurs durchgeführt werden.

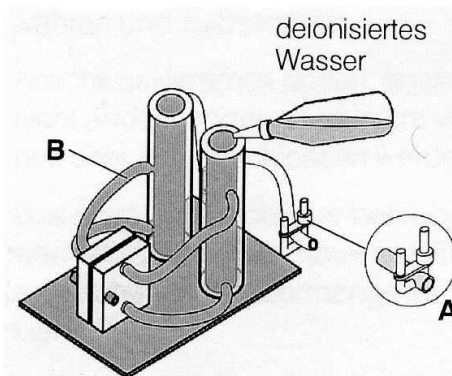


Sicherheitshinweise: Bei dem Versuch entsteht Wasserstoff verwendet, der mit Sauerstoff oder Luft explosive Gemische bilden kann. Daher immer darauf achten, dass die Schlauchverbindungen richtig angebracht sind und stabil sitzen. Auch dürfen sich keine Zündquellen in der Nähe der Apparatur befinden. Bei der elektrischen Verschaltung muss auf die richtige Polung von Akku und Elektrolyseur geachtet werden.

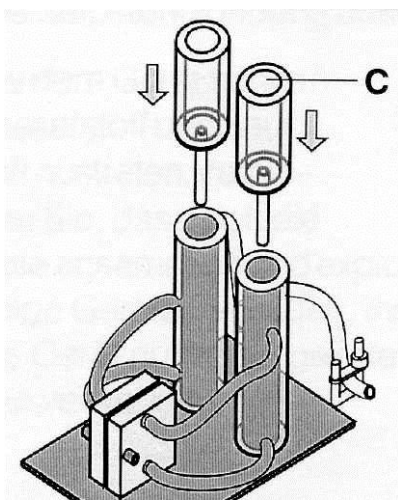
Die Elektrolyse von Wasser: in einer Arbeitsanleitung zur Verwendung eines Elektrolyseurs findet ihr die folgenden Abbildungen (Bildquelle: h-tec GmbH).



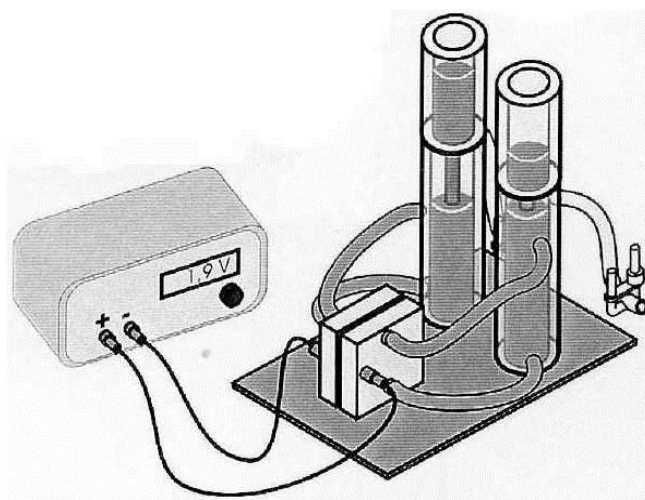
(1)



(2)



(3)



(4)

Materialien:

Alle benötigten Geräte stehen auf dem Fahrwagen bereit.

Durchf.:

1. Schreibe mit Hilfe der Abbildungen eine Versuchsanleitung zu Versuchsaufbau und –durchführung unter Verweis auf die obigen Abbildungen.
2. Baue die Versuchsanlage gemäß deiner Beschreibung auf und führe den Versuch nach Rücksprache mit der Lehrkraft durch.

Aufgaben:

1. Erstelle mit Hilfe geeigneter Quellen einen Steckbrief der Elemente Wasserstoff und Sauerstoff.
2. Ermittle, wie die Gase Wasserstoff und Sauerstoff identifiziert werden können.
3. Kläre mit deinem Praktikumpartner, wie Du experimentell bei der Identifizierung der Gase vorgehen musst. Achte hierzu v.a. darauf, wie die Reagenzgläser zur Identifizierung der Gase befüllt werden müssen.
4. Führe die Identifizierung nach Rücksprache mit dem/der Lehrer/in durch.
5. Bestimme aus dem Experiment das Volumenverhältnis der Gase Wasserstoff und Sauerstoff.
6. Berechne das Massenverhältnis der Gase Wasserstoff und Sauerstoff.