

# 22.1 Basische Elektrolyse von Wasser

Schwierigkeit: 

Dauer: 15 Minuten

## ? Leitfrage

Woraus besteht Wasser und wie kann man Wasser in seine Bestandteile zerlegen?  
In diesem Experiment wird gezeigt, wie man mit Hilfe des Hofmannschen Zersetzungsapparats Wassermoleküle im basischen Milieu zersetzen kann.

## Materialien

Wasserzersetzungsapparat nach Hofmann

Stativstange, rund, L=500 mm

Universalklemme, 2 Stück

Färbepulver rot

Glasrührstab

Digitalwaage 02, 2000/0,1 g

2 Platinelektroden oder  
2 Edelstahlelektroden

Kleinspannungsstelltrafo mit Digitalanzeige

Stativfuß „Sepp“

Kreuzmuffe, 2 Stück

Becherglas, 1000 ml, n.F.

Verbindungsleitung, 2 Stück

Messzylinder, 250 ml

## Chemikalien

15 g Natriumhydroxid



24 g Zitronensäure



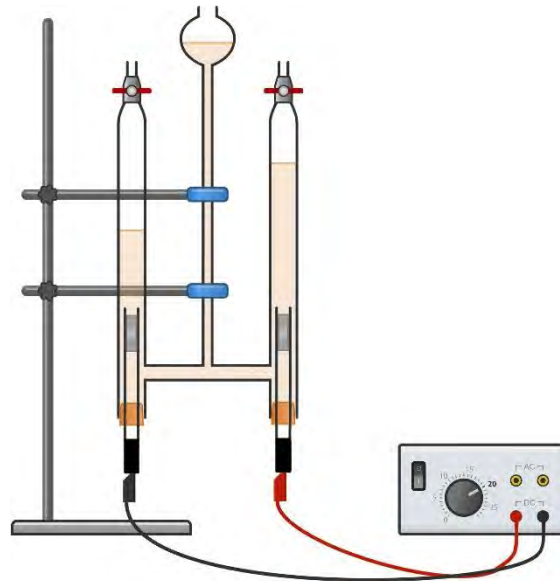
## Sicherheit

Natriumhydroxid ist ätzend. Beim Lösen von Natriumhydroxid entsteht viel Wärme. Beim Einfüllen in den Zersetzungsapparat kann es passieren, dass Natronlauge herausspritzt. Es müssen Handschuhe und eine Schutzbrille getragen werden.



## Durchführung

Das Stativ wird gemäß der Abbildung aufgebaut und zwei Universalklemmen werden mit den Kreuzmuffen am Stativ befestigt. Anschließend werden die zwei Elektroden von unten in den Hofmannschen Zersetzungsapparat gesteckt. Der Hofmannsche Apparat wird mit den Universalklemmen am Stativ befestigt. Mit den Verbindungsleitungen werden die zwei Elektroden mit den Ausgängen für Gleichspannung am Kleinspannungsstelltrafo verbunden. Die Hähne werden geöffnet.



Zur Herstellung des basischen Elektrolyten werden 15 g Natriumhydroxid im Becherglas eingewogen. Mit dem Messzylinder werden 150 ml Wasser abgemessen und in das Becherglas überführt. Mit dem Glasrührstab wird gerührt, bis sich das Natriumhydroxid vollständig gelöst hat. Dann wird ein Dosierlöffel rotes Färbepulver zugegeben und erneut gerührt. Durch die Zugabe des Färbepulvers ändert sich die Farbe des Elektrolyten zu braun-rot.

Der Elektrolyt wird über das Elektrolytreservoir in den Zersetzungsapparat eingefüllt, bis die Flüssigkeit in den seitlichen Säulen bis zur 2 ml Markierung angestiegen ist. Die beiden Hähne werden geschlossen und der Rest des Elektrolyten eingefüllt. Wenn alle Luftblasen verschwunden sind, werden die beiden Hähne vorsichtig geöffnet, bis der Elektrolyt bis zu den Hähnen gestiegen ist. Dann werden die Hähne wieder geschlossen.

Der Kleinspannungsstelltrafo wird eingeschaltet und eine Spannung von 20 V eingestellt. Sofort erkennt man, dass an beiden Elektroden Gasblasen aufsteigen. Nach 5 Minuten sind ca. 16 ml Wasserstoff und 8 ml Sauerstoff entstanden. Ist der Elektrolyt handwarm, halbiert sich die benötigte Zeit in etwa. Diese Gase können mit der Knallgasprobe und der Glimmspanprobe nachgewiesen werden. Dies wird in einer separaten Anleitung erklärt.

Der Kleinspannungsstelltrafo wird ausgeschaltet, die Verbindungsleitungen werden abgesteckt und der Zersetzungsapparat wird vom Stativ entfernt. Die beiden Hähne werden geöffnet und der Elektrolyt wird durch Umdrehen des Zersetzungsapparats vorsichtig in das Becherglas zurück geleert. Der Zersetzungsapparat wird gründlich mit Wasser gewaschen.

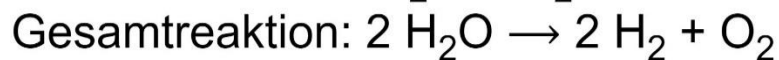
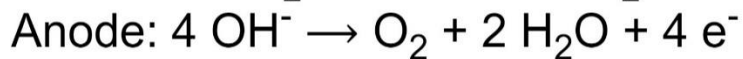
## Entsorgung

Der Elektrolyt wird mit Wasser auf 500 ml verdünnt und unter Rühren portionsweise mit 24 g Zitronensäure versetzt. Die neutralisierte Lösung wird im Sammelbehälter für wässrige Chemikalienabfälle entsorgt.

## Theorie

Bei einer Elektrolyse wird eine chemische Verbindung durch Anlegen von Gleichspannung zerlegt. In diesem Fall wurden Wassermoleküle gespalten. Natronlauge dient dazu, die Leitfähigkeit des Elektrolyten zu verbessern. Da ein Wassermolekül aus zwei Wasserstoff- und einem Sauerstoffatom besteht, bilden sich die Gase Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältnis von 2:1.

Aus den Reaktionsgleichungen ist ersichtlich, dass sich am Pluspol (Anode) Sauerstoff und am Minuspol (Kathode) Wasserstoff bilden. Sauerstoff löst sich geringfügig in Wasser. Dadurch kann der Eindruck entstehen, es hätte sich etwas weniger Sauerstoff gebildet als erwartet.





# 22.2 Neutrale Elektrolyse von Wasser

Schwierigkeit: 

Dauer: 20 Minuten

## ? Leitfrage

Woraus besteht Wasser, wie kann man Wasser in seine Bestandteile zerlegen und wie ändert sich der pH-Wert bei diesem Prozess? In diesem Experiment wird gezeigt, wie man mit Hilfe des Hofmannschen Zersetzungsapparats Wassermoleküle im neutralen Milieu zersetzen kann und wie sich der pH-Wert an den zwei Polen ändert.

## Materialien

Wasserzersetzungsgapparat nach Hofmann

Stativstange, rund, L=500 mm

Universalklemme, 2 Stück

Pipette, 5,0 ml, Glas

Verbindungsleitung, 2 Stück

Pipettiergerät bis 10 ml

Digitalwaage 02, 2000/0,1 g

Kleinspannungsstelltrafo mit Digitalanzeige

Kreuzmuffe, 2 Stück

Becherglas, 1000 ml, n.F.

Glasrührstab

Messzylinder, 250 ml

Stativfuß „Sepp“

2 Platinelektroden

## Chemikalien

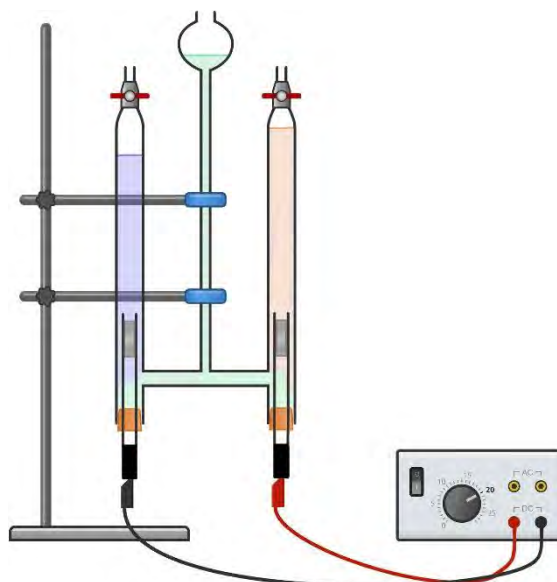
15 g Natriumsulfat

2 ml Universalindikator



## Durchführung

Das Stativ wird gemäß der Abbildung aufgebaut und zwei Universalklemmen werden mit den Kreuzmuffen am Stativ befestigt. Anschließend werden die zwei Elektroden von unten in den Hofmannschen Zersetzungsapparat gesteckt. Der Hofmannsche Apparat wird mit den Universalklemmen am Stativ befestigt. Mit den Verbindungsleitungen werden die zwei Elektroden mit den Ausgängen für Gleichspannung am Kleinspannungsstelltrafo verbunden. Die Hähne werden geöffnet.



Zur Herstellung des neutralen Elektrolyten werden 15 g Natriumsulfat in das Becherglas eingewogen. Mit dem Messzylinder werden 150 ml Wasser abgemessen und in das Becherglas überführt. Mit dem Glasrührstab wird umgerührt, bis sich das Natriumsulfat vollständig gelöst hat. Dann werden mit der Pipette 2 ml (entspricht ca. 50 Tropfen) Universalindikator zugegeben und erneut gerührt.

Der Elektrolyt wird über das Elektrolytreservoir in den Zersetzungsapparat eingefüllt, bis die Flüssigkeit in den seitlichen Säulen bis zur 2 ml Markierung angestiegen ist. Die beiden Hähne werden geschlossen und der Rest des Elektrolyten eingefüllt. Wenn alle Luftblasen verschwunden sind, werden die beiden Hähne vorsichtig geöffnet, bis der Elektrolyt bis zu den Hähnen gestiegen ist. Dann werden die Hähne wieder geschlossen.

Der Kleinspannungsstelltrafo wird eingeschaltet und eine Spannung von 20 V eingestellt. Sofort erkennt man, dass an beiden Elektroden Gasblasen aufsteigen. Nach wenigen Minuten erkennt man, dass sich der Elektrolyt oberhalb der Elektroden verfärbt. Die Flüssigkeit über der Kathode wird blau, während die Flüssigkeit über der Anode rot wird. Die Flüssigkeit zwischen den zwei Elektroden ändert die Farbe nicht. Die Gase bilden sich im Vergleich zur sauren oder basischen Elektrolyse nur sehr langsam, daher ist es ratsam für die Nachweise der Gase eine der zwei anderen Varianten der Elektrolyse zu wählen.

Der Kleinspannungsstelltrafo wird ausgeschaltet, die Verbindungsleitungen werden abgesteckt und der Zersetzungsapparat wird vom Stativ entfernt. Die beiden Hähne werden geöffnet und der Elektrolyt wird durch Umdrehen des Zersetzungsapparats in das Becherglas vorsichtig zurück geleert. Der Zersetzungsapparat wird gründlich mit Wasser gewaschen.

## Entsorgung

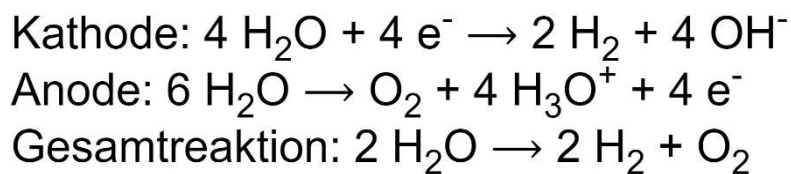
Der Elektrolyt wird im Sammelbehälter für wässrige Chemikalienabfälle entsorgt.

## Theorie

Bei einer Elektrolyse wird eine chemische Verbindung durch Anlegen von Gleichspannung zersetzt. In diesem Fall wurden Wassermoleküle gespalten. Natriumsulfat dient dazu, die Leitfähigkeit des Elektrolyten zu verbessern. Da ein Wassermolekül aus zwei Wasserstoff- und einem Sauerstoffatom besteht, bilden sich die Gase Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältnis von 2:1.

Aus den Reaktionsgleichungen ist ersichtlich, dass sich am Pluspol (Anode) Sauerstoff und am Minuspol (Kathode) Wasserstoff bildet. Sauerstoff löst sich geringfügig in Wasser. Dadurch kann der Eindruck entstehen, es hätte sich etwas weniger Sauerstoff gebildet als erwartet.

Anhand der Reaktionsgleichungen erkennt man, dass der Elektrolyt an der Kathode durch Bildung von  $\text{OH}^-$ -Ionen basisch und an der Anode durch die Bildung von  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Ionen sauer wird.





# 22.3 Saure Elektrolyse von Wasser

Schwierigkeit: 

Dauer: 15 Minuten

## ? Leitfrage

Woraus besteht Wasser und wie kann man Wasser in seine Bestandteile zerlegen?  
In diesem Experiment wird gezeigt, wie man mit Hilfe des Hofmannschen Zersetzungsapparats Wassermoleküle im sauren Milieu zersetzen kann.

## Materialien

Wasserzersetzungsapparat nach Hofmann

Stativstange, rund, L = 500 mm

Universalklemme, 2 Stück

Färbepulver rot

Glasrührstab

Verbindungsleitung, 2 Stück

Digitalwaage 02, 2000/0,1 g

Kleinspannungsstelltrafo mit Digitalanzeige

Stativfuß „Sepp“

Kreuzmuffe, 2 Stück


Becherglas, 1000 ml, n.F.

Messzylinder, 250 ml

Platinelektroden, 2 Stück

## Chemikalien

15 ml Schwefelsäure konz. 

30 g Natriumcarbonat 

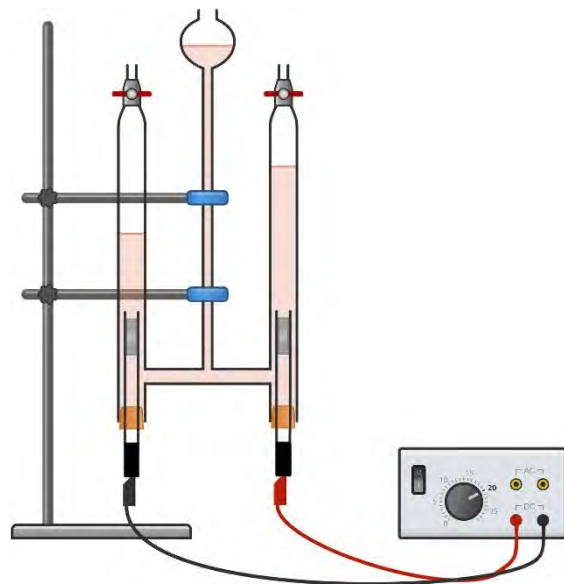
## Sicherheit

Schwefelsäure ist stark ätzend. Beim Verdünnen von Schwefelsäure und Wasser entsteht viel Wärme. Bei der Verdünnung wird erst Wasser vorgelegt und anschließend Schwefelsäure zugegeben, da sonst heiße Säurespritzer entstehen könnten. Beim Einfüllen in den Zersetzungsapparat kann es passieren, dass Schwefelsäure herausspritzt. Es müssen Handschuhe und eine Schutzbrille getragen werden.



## Durchführung

Das Stativ wird gemäß der Abbildung aufgebaut und zwei Universalklemmen werden mit den Kreuzmuffen am Stativ befestigt. Anschließend werden die zwei Platinelektroden unten in den Hofmannschen Zersetzungsapparat gesteckt. Der Hofmannsche Apparat wird mit den Universalklemmen am Stativ befestigt. Mit den Verbindungsleitungen werden die zwei Elektroden mit den Ausgängen für Gleichspannung am Kleinspannungsstelltrafo verbunden. Die Hähne werden geöffnet.



Zur Herstellung des sauren Elektrolyten werden mit dem Messzylinder 135 ml Wasser abgemessen und in das Becherglas geleert. Mit dem Messzylinder werden 15 ml konzentrierte Schwefelsäure abgemessen und portionsweise in das Becherglas mit Wasser geleert. Zum Elektrolyten wird ein Dosierlöffel Färbepulver zugegeben und mit dem Glasrührstab gut umgerührt. Durch die Zugabe des Färbepulvers ändert sich die Farbe des Elektrolyten zu rot.

Der Elektrolyt wird über das Elektrolytreservoir in den Zersetzungsapparat eingefüllt, bis die Flüssigkeit in den seitlichen Säulen bis zur 2 ml Markierung angestiegen ist. Die beiden Hähne werden geschlossen und der Rest des Elektrolyten eingefüllt.

Wenn alle Luftblasen verschwunden sind, werden die beiden Hähne vorsichtig geöffnet, bis der Elektrolyt bis zu den Hähnen gestiegen ist. Dann werden die Hähne wieder geschlossen.

Der Kleinspannungsstelltrafo wird eingeschaltet und eine Spannung von 20 V eingestellt. Sofort erkennt man, dass an beiden Elektroden Gasblasen aufsteigen. Nach 5 Minuten sind ca. 20 ml Wasserstoff und 10 ml Sauerstoff entstanden. Ist der Elektrolyt handwarm, halbiert sich die benötigte Zeit in etwa. Diese Gase können mit der Knallgasprobe und der Glimmspanprobe nachgewiesen werden. Dies wird in einer separaten Anleitung erklärt.

Der Kleinspannungsstelltrafo wird ausgeschaltet, die Verbindungsleitungen werden abgesteckt und der Zersetzungsapparat wird vom Stativ entfernt. Die beiden Hähne werden geöffnet und der Elektrolyt wird durch Umdrehen des Zersetzungsapparats vorsichtig in das Becherglas zurück geleert. Der Zersetzungsapparat wird gründlich mit Wasser gewaschen.

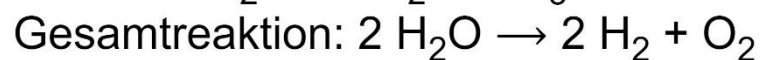
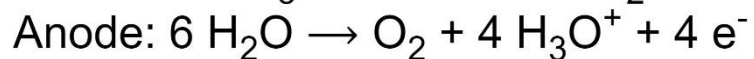
## Entsorgung

Der Elektrolyt wird portionsweise mit 30 g Natriumcarbonat versetzt, bis keine weitere Gasentwicklung auftritt. Die neutralisierte Lösung wird im Sammelbehälter für wässrige Chemikalienabfälle entsorgt.

## Theorie

Bei einer Elektrolyse wird eine chemische Verbindung durch Anlegen einer Gleichspannung zersetzt. In diesem Fall wurden Wassermoleküle gespalten. Schwefelsäure dient dazu, die Leitfähigkeit des Elektrolyten zu verbessern. Da ein Wassermolekül aus zwei Wasserstoff- und einem Sauerstoffatom besteht, bilden sich die Gase Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältnis von 2:1.

Aus den Reaktionsgleichungen ist ersichtlich, dass sich am Pluspol (Anode) Sauerstoff und am Minuspol (Kathode) Wasserstoff bildet. Sauerstoff löst sich geringfügig in Wasser. Dadurch kann der Eindruck entstehen, es hätte sich etwas weniger Sauerstoff gebildet als erwartet.





# 22.4 Glimmspanprobe und Knallgasprobe

Schwierigkeit:

Dauer: 10 Minuten

## ? Leitfrage

Wie kann man feststellen, welche Gase bei der Zersetzung mit dem Hofmannschen Zersetzungsapparat gebildet werden? In diesem Versuch wird gezeigt, wie man Sauerstoff und Wasserstoff nachweisen kann.

## Materialien

Reagenzglas 16 x 160 mm

Becherglas, 250 ml, n.F.

Feuerzeug

Holzspan

Schlauch Silikon, D=5/8 mm

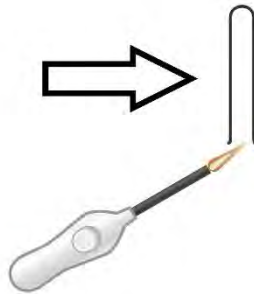
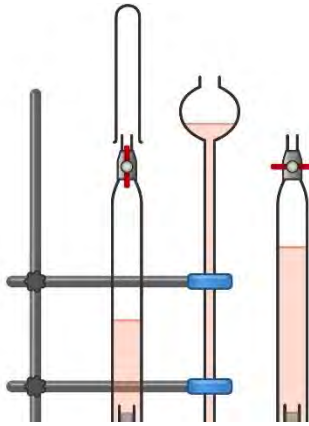
## Sicherheit

Für diesen Versuch ist eine Schutzbrille zu tragen.



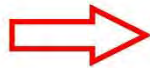
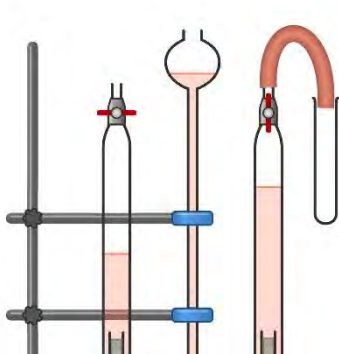
## Durchführung

Bevor Sauerstoff und Wasserstoff nachgewiesen werden können, muss der Hofmannsche Zersetzungsapparat in Betrieb genommen werden. Dazu sind die Anleitungen „22.3 Saure Elektrolyse von Wasser“ oder „22.1 Basische Elektrolyse von Wasser“ geeignet.



Zuerst müssen etwa 30 ml Wasserstoff und 15 ml Sauerstoff erzeugt werden. Für die Knallgasprobe wird das Reagenzglas mit der Öffnung nach unten über den Hahn für Wasserstoff gehalten. Da sich mehr Wasserstoff als Sauerstoff bildet, ist der Hahn zu wählen, unter dem sich mehr Gas gebildet hat.

Der Hahn wird vorsichtig geöffnet. Wenn die Flüssigkeit bis zum Hahn angestiegen ist, wird er wieder geschlossen. Das Reagenzglas wird entfernt und das Gas im Reagenzglas von unten mit einem Feuerzeug entzündet. Es kommt zu einem Knallgeräusch. Das Reagenzglas darf vor dem Anzünden nicht umgedreht werden, da Wasserstoff leichter als Luft ist.



Für die Glimmspanprobe wird ein Schlauchstück von etwa 20 cm auf dem Hahn für Sauerstoff befestigt. Da sich weniger Sauerstoff als Wasserstoff bildet, ist der Hahn zu wählen, unter dem sich weniger Gas gebildet hat.

Das Reagenzglas wird mit der Öffnung nach oben neben den Hahn gehalten. Der Schlauch wird so gebogen, dass er in die Öffnung des Reagenzglases ragt. Der Hahn wird vorsichtig geöffnet. Wenn die Flüssigkeit bis zum Hahn angestiegen ist, wird er wieder geschlossen. Das Reagenzglas wird mit der Öffnung nach oben in das 250 ml Becherglas gestellt. Dann wird eine Seite des Holzspans mit dem Feuerzeug entzündet und ausgeblasen. Führt man den noch glimmenden Holzspan in das Reagenzglas, beginnt dieser sofort wieder zu brennen.

## Entsorgung

Der Holzspan wird befeuchtet und kann im Restmüll entsorgt werden.

## Theorie

Bei der Elektrolyse von Wasser entstehen Wasserstoff und Sauerstoff. Wasserstoff ist ein brennbares Gas. Wird es entzündet, verbrennt es rasch und man kann ein Knallgeräusch hören. Sauerstoff ist nicht brennbar, aber stark brandfördernd. Daher beginnt ein glimmender Span sofort zu brennen, wenn er in eine reine Sauerstoffatmosphäre eingebracht wird.

