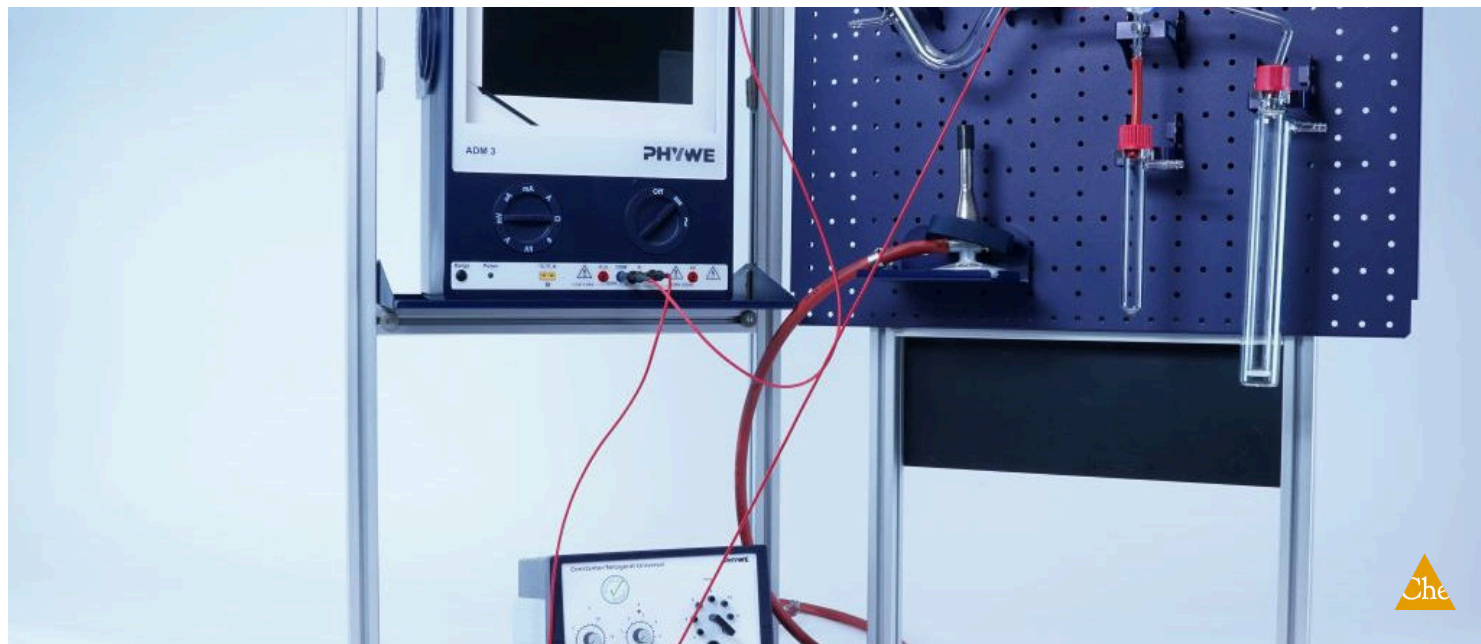


# Schmelzflusselektrolyse



Die Schülerinnen und Schüler lernen in diesem Versuch die Schmelzflusselektrolyse kennen.

Chemie

Anorganische Chemie

Chemie der Metalle

Chemie

Physikalische Chemie

Elektrochemie

Elektrolyse



Schwierigkeitsgrad

schwer



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



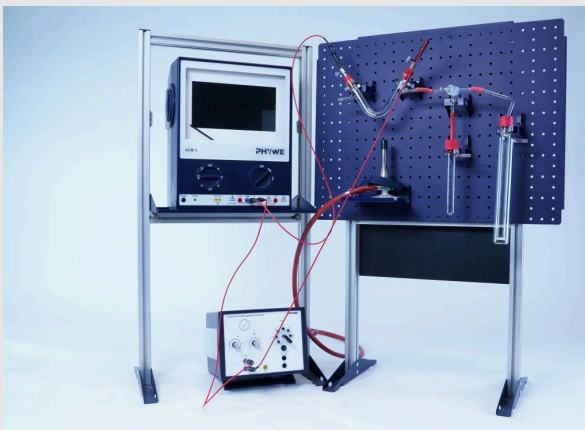
Durchführungszeit

20 Minuten

**PHYWE**  
excellence in science

# Allgemeine Informationen

## Anwendung

**PHYWE**  
excellence in science

Versuchsaufbau

In diesem Versuch wird die Schmelzflusselektrolyse von Blei(II)-chlorid untersucht, dabei werden an der Anode Chlor und an der Kathode Blei abgeschieden.

Das flüssige Blei sammelt sich im unteren Teil des V-Rohres, während das Chlor über dem seitlichen Ansatzstutzen in eine Waschflasche geleitet wird. Dort wird es nachgewiesen, indem es eine sich dort befindliche Kaliumiodid- Stärke-Lösung entfärbt.

## Sonstige Informationen (1/4)

**PHYWE**  
excellence in science

### Vorwissen



Die Schüler sollten bereits in der Theorie mit der Elektrolyse und im besonderen mit der Schmelzflusselektrolyse vertraut sein.

### Prinzip



Bei der Schmelzflusselektrolyse werden zwei Elektroden in eine Elektrolytschmelze gesteckt und an eine Spannungsquelle (Gleichstrom) angeschlossen. Die positiv geladenen Kationen (der Schmelze) wandern zum Minuspol (Kathode) der Stromquelle, die an der Elektrode reduziert werden. Der Pluspol (Anode) zieht negativ geladene Ionen (Anionen) an, wobei diese oxidiert werden. Daher läuft an der Kathode eine Reduktion und an der Anode eine Oxidation ab.

## Sonstige Informationen (2/4)

**PHYWE**  
excellence in science

### Lernziel



Die Schüler lernen in diesem Versuch die Schmelzflusselektrolyse kennen.

### Aufgaben



Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die Schmelzflusselektrolyse von Blei(II)-chlorid.

## Sonstige Informationen (3/4)

**PHYWE**  
excellence in science

### Hinweise

Zum vollständigen Entfernen der Salzsäure aus dem V-Rohr legt man es in kochendes Wasser. In heißem Wasser ist Blei(II)-chlorid gut löslich. Man kann das V-Rohr auch mit der doppelten bis dreifachen Menge Salz befüllen. Dadurch wird die Farbe des Chlors und die Menge abgeschiedenen Bleis für Schüler deutlicher. Allerdings ist im Rahmen der Abfallvermeidung – gerade von Schwermetallen – davon abzuraten. Alternativ zu Bleichlorid kann auch Natriumhydroxid verwendet werden. Es entstehen Sauerstoff und Natrium. Während man den Sauerstoff pneumatisch auffangen und mit einer Glimmspanprobe nachweisen kann, bereitet das elementare Natrium ein wenig Probleme. Nachweisbar ist es durch die charakteristisch heftige Reaktion mit Wasser und den dadurch bedingten basischen pH-Wert. Das Natrium allerdings ohne Reste von Natriumhydroxid aus dem V-Rohr zu bekommen gestaltet sich problematisch. Insgesamt ist die Schmelzflusselektrolyse mit Bleichlorid anschaulicher. Zu der Durchführung mit Natriumhydroxid würde zusätzlich benötigt:

## Sonstige Informationen (4/4)

**PHYWE**  
excellence in science

Wanne	34563-00	1
Einsatz für Wannen	34567-00	1
Standzylinder	34217-00	1
Phenolphthalein-Lösung, 1%ig, 100 mL	31714-10	1
Holzspäne	39126-20	1
Dafür würden folgende Positionen entfallen:		
Klemmhalter, d = 18...25 mm	45520-00	2
Klemmhalter, d = 8...10 mm, drehbar	45522-00	1
Dreiwegehahn, T-förmig	36731-00	1
Reagenzglas mit Olive, GL 25/8	36330-15	1
Glasröhrchen, l = 150 mm, 1 aus	36701-64	1
Waschrohr mit Fritte, GL 25/8	36699-00	1

Abdampfschale, d = 100 mm	32518-00	1
Becherglas, 250 mL, hohe Form	36002-00	3
Spritzflasche, 500 mL	33931-00	1
Glastrichter, = 80 mm	34459-00	1
Rundfilter, d = 110 mm, 1 aus	32977-04	1
Glasstab, d = 4 mm, l = 200 mm	40485-02	1
Blei(II)-chlorid, 250 g	31117-25	1
Stärke, löslich, 100 g	30227-10	1
Kaliumiodid, 50 g	30104-05	1
Natriumthiosulfat Pentahydrat, 250 g	30169-25	1

## Sicherheitshinweise (1/2)

**PHYWE**  
excellence in science



- Während des Versuches müssen alle im Raum befindlichen Personen eine Schutzbrille und Handschuhe tragen!
- Bei dem Versuch entsteht in der Versuchsanordnung das giftige und ätzende Gas Chlor. Da es aber an einem Ende der Apparatur durch ein mit Natronlauge gefülltes Glasrohr als Adsorptionslösung aufgefangen wird, kann der Versuch mit gebotener Vorsicht auch außerhalb eines Abzugs durchgeführt werden.
- Beachten Sie für die H- und P-Sätze bitte die zugehörigen Sicherheitsdatenblätter.
- Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

## Sicherheitshinweise (2/2)

**PHYWE**  
excellence in science



- Bei der Elektrolyse entsteht das giftige Metall Blei. Es ist auch gesundheitsschädlich beim Verschlucken und Einatmen von Säuben, kann das Kind im Mutterleib schädigen und kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen.
- Blei(II)-chlorid ist gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken und kann das Kind im Mutterleib schädigen und kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen.
- Es besteht die Gefahr kumulativer Wirkung. Exposition vermeiden. Vor Gebrauch sind besondere Anweisung einholen.

## Theorie

Die Schmelzflusselektrolyse ist ein Herstellungsverfahren, das hauptsächlich für die Darstellung von unedlen Metallen oder Elementen, die in wässriger Lösung nicht stabil sind, verwendet wird. Eine Schmelzflusselektrolyse ist (wie jede Elektrolyse) eine durch elektrische Energie erzwungene Redoxreaktion.

Die Schmelzfluss ist ein besonderes Verfahren zur Darstellung unedler und sehr reaktiver Stoffe. Bei der Schmelzflusselektrolyse kommt im Gegensatz zu anderen (klassischen) Elektrolyseverfahren keine wasserhaltige Lösung zum Einsatz. Stattdessen verwendet man eine Salzschnmelze, die als Elektrolyt dient.

Bei der Schmelzflusselektrolyse werden dabei zwei Elektroden in eine Elektrolytschnmelze gesteckt und an eine Spannungsquelle (Gleichstrom) angeschlossen.

Die positiv geladenen Kationen (der Schnmelze) wandern zum Minuspol (Kathode) der Stromquelle, die an der Elektrode reduziert werden. Der Pluspol (Anode) zieht negativ geladene Ionen (Anionen) an, wobei diese oxidiert werden. Daher läuft an der Kathode eine Reduktion und an der Anode eine Oxidation ab.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Rahmen für Komplettversuche	45500-00	2
2	Rückwand für Komplettversuche	45501-00	1
3	Platte für Komplettversuche	45510-00	1
4	Regalboden mit Aufhängung	45505-00	1
5	Klemmhalter, d = 18...25 mm	45520-00	2
6	Klemmhalter, d = 18...25 mm, drehbar	45521-00	2
7	Klemmhalter, d = 8...10 mm, drehbar	45522-00	1
8	Geräteträger mit Haftmagneten	45525-00	1
9	Federstecker, 50 Stück	45530-00	1
10	Schraubzwinde	02014-00	4
11	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
12	PHYWE Demo-Multimeter ADM 3: Strom, Spannung, Widerstand, Temperatur	13840-00	1
13	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-01	1
14	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-01	1
15	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-04	1
16	V-Rohr für Elektrolyse, DURAN®, SB 19	37027-00	1
17	Gummistopfen 17/22, Bohrung 7 mm	39255-01	2
18	Blindtülle (Gummikappe), 20 Stück	43903-01	1
19	Graphitelektrode, d = 7 mm, l = 150, 6 Stück	44512-00	1
20	Kontaktbuchse für Stabelektroden	45283-00	2
21	Dreiweghahn, Boro, T-förmig, NS	36731-00	1
22	Reagenzglas mit Olive, Duran®, GL 25/8	36330-15	1
23	Glasröhrchen, d = 8 mm, l = 150 mm, 10 Stück	36701-64	1
24	Waschrohr mit Fritte, Boro, GL 25/8	MAU-27229000	1
25	Glasröhrchen, rechteckig, 85 x 60, 10 Stück	36701-52	1
26	Teclubrenner mit Nadelventil, für Erdgas, DIN-Ausführung	32171-05	1
27	Sicherheits-Gasschlauch, DVGW, lfd. Meter	39281-10	2
28	Schlauchschnelle für d = 12-20 mm, 1 Stück	40995-00	2
29	Anzünder für Erd- und Flüssiggas	38874-00	1
30	Gummischlauch, Innen-d = 6 mm, lfd. m	39282-00	1
31	Laborlöffel, Stahl, l = 200 mm	46948-00	1
32	Abdampfschale 140 ml, Oben-d = 100 mm	32518-00	1
33	Becherglas, Boro, hohe Form, 250 ml	46027-00	3
34	Spritzflasche, 500 ml, Kunststoff	33931-00	1
35	Trichter, Laborglas, Oben-d = 80 mm	34459-00	1
36	Rundfilter, qualitativ, d = 110 mm, 100 Stück	32977-04	1
37	Glasrührstab, Boro, l = 200 mm, d = 5 mm	40485-03	1
38	Natriumhydroxid, Perlen, 500 g	30157-50	1
39	Blei(II)-chlorid, 500 g	31117-50	1
40	Stärke, löslich, 100 g	30227-10	1
41	Kaliumiodid, 50 g	30104-05	1
42	Natriumthiosulfat Pentahydrat, 250 g	30169-25	1
43	Wasser, destilliert, 5 l	31246-81	1



# Aufbau und Durchführung

## Aufbau (1/2)

### Vorbereitung

Eine Stärke/Iodid-Lösung sollte vor Versuchsbeginn hergestellt werden.

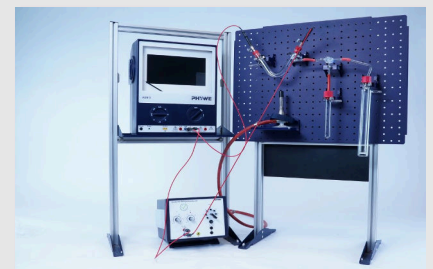
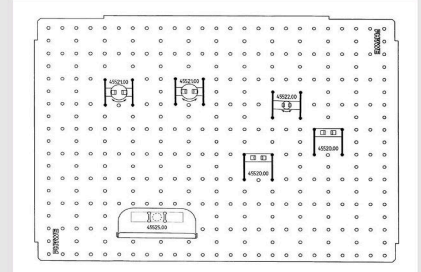
- Dazu löst man einen gehäuften Löffel Stärke in einem Becherglas mit etwa 50 ml Wasser. Dann kocht man die Lösung einmal kurz auf und filtert sie heiß ab.
- Die abgekühlte Lösung versetzt man mit einer Spatelspitze Kaliumiodid. Sollte die Stärke sich schon im kalten Wasser nahezu vollständig lösen, ist das Aufkochen nicht zwingend nötig.
- Eine etwas konzentriertere Natronlauge wird durch Lösen einer ausreichenden Menge an Natriumhydroxid in etwa 50 ml Wasser hergestellt.



## Aufbau (2/2)

**PHYWE**  
excellence in science

- Die Halter werden nach der Abbildung rechts oben an der Platte für Kompletversuche angebracht.
- Dann befüllt man das V-Rohr mit drei Löffeln Bleichlorid und setzt die Apparatur wie in der Abbildung rechts unten gezeigt zusammen. Sie wird an den Haltern befestigt.
- Das Reagenzglas mit seitlichem Ansatz befüllt man zu etwa zwei Drittel mit der vorbereiteten Stärke-/ Iodid-Lösung und die Gaswaschflasche wird etwa zur Hälfte mit konzentrierter Natronlauge befüllt.



## Durchführung

**PHYWE**  
excellence in science

- Die linke Seite des V-Rohrs wird mit der Blindtülle verschlossen, die Elektroden werden noch nicht eingesetzt. Nun erhitzt man mit dem Brenner kräftig das Bleichlorid bis zur Schmelze.
- Anschließend wird der Gasbrenner so eingeregelt, dass die Schmelze gerade nicht erstarrt, und man füllt dann so lange weiteres Bleichlorid in das V-Rohr, bis die Schmelze etwa 1 cm hoch im Winkel steht (hierbei ist zu achten, dass das Glasrohr nicht schmilzt, da es unter Umständen beim Abkühlen zerspringen kann). Jetzt erst taucht man die Elektroden in die Schmelze und elektrolysiert bei ungefähr 4 A.
- Nach dem Farbumschlag im Reagenzglas verstellt man den Dreiwegehahn so, dass entstehendes Gas nur noch durch die Natronlauge entweichen kann. Nun elektrolysiert man so lange weiter, bis genügend Produkte entstanden sind.
- Nach der Präsentation des Ergebnisses entfernt man den Gasbrenner und gibt das noch heiße Bleichlorid in eine bereitgestellte hitzefeste Abdampfschale (sonst kann das V-Rohr bei der durch die Abkühlung hervorgerufene Ausdehnung des Salzes springen).



# Auswertung

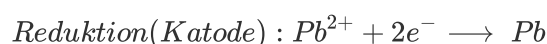
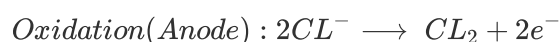
## Auswertung (1/5)

### Beobachtung

Bei Erhitzen schmilzt das weiße Bleichlorid zu einer gelben Salzsäuremelze. Bei zu großer Hitze sublimiert ein Teil des Bleichlorids und schlägt sich als weißer Rauch weiter oben im V-Rohr nieder. Nach Beginn der Elektrolyse entsteht ein gelbgrünes Gas an der rechten Seite und eine metallisch glänzende Flüssigkeit an der linken. Das Gas färbt die Lösung im Reagenzglas blau bis tiefblau. Die Lösung im Waschrohr ändert die Farbe nicht. Das Metall sammelt sich als Tropfen im Knie des V-Rohrs.

### Auswertung (1/2)

Das Salz wird in seine Bestandteile zerlegt. An der Anode entsteht Chlor, an der Kathode Blei:

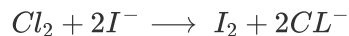


## Auswertung (2/5)

**PHYWE**  
excellence in science

### Auswertung (2/2)

Das Chlor oxidiert die Iodid-Ionen zu Iod, das mit der Stärke einen blauen Komplex bildet, der bei sehr hoher Konzentration tiefblau bis schwarz erscheint:



Die Natronlauge dient zur Aufnahme überschüssigen Chlorgases. Dabei disproportioniert Chlor zu Hypochlorit und Chlorid. Das entstandene Iod reduziert man mit Natriumthiosulfat zu Iodid und gibt die Lösung in den Ausguss.

## Auswertung (3/5)

**PHYWE**  
excellence in science

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Bei Erhitzen schmilzt das  Bleichlorid zu einer  Salzschmelze. Bei zu großer Hitze sublimiert ein Teil des Bleichlorids und schlägt sich als weißer Rauch weiter oben im V-Rohr nieder. Nach Beginn der  entsteht ein gelbgrünes Gas an der rechten Seite und eine metallisch glänzende Flüssigkeit an der linken. Das Gas färbt die Lösung im Reagenzglas blau bis tiefblau. Die Lösung im Waschrohr ändert die Farbe . Das Metall sammelt sich als Tropfen im Knie des V-Rohrs.

 Überprüfen

## Auswertung (4/5)

PHYWE  
excellence in science

Was entsteht an der Anode?

- An der Anode entsteht Blei:  $Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$
- An der Anode entsteht Chlor:  $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$
- An der Anode entsteht Iod:  $Cl_2 + 2I^- \rightarrow I_2 + 2Cl^-$
- Keine der Antworten ist korrekt. An der Anode wird das Salz wieder aufgebaut, wodurch sich eine gelbe Salzschnmelze bildet.

 Überprüfen

## Auswertung (5/5)

PHYWE  
excellence in science

Wozu dient die Natronlauge?

- Die Natronlauge dient durch den stark hygroskopischen Character zur Einbringung von zusätzlichem Wasser.
- Keine der Antworten ist korrekt.
- Die Natronlauge dient zur Aufnahme überschüssigen Chlorgases.
- Die Natronlauge dient zur Abgabe des benötigten Chlorgases.

 Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 18: Elektrolyse	0/4
Folie 19: Anode	0/2
Folie 20: Natronlauge	0/1

Gesamtsumme  0/7

 Lösungen

 Wiederholen