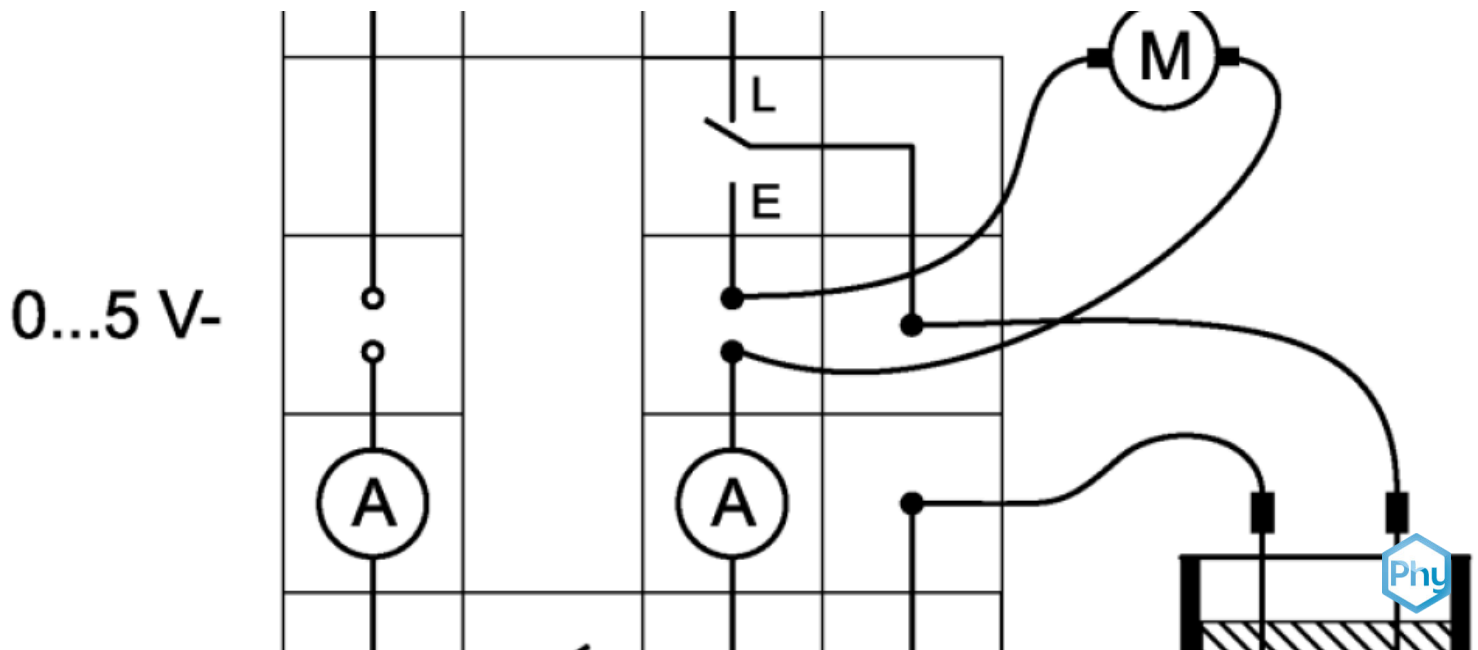


# Der Blei-Akkumulator



P1397400 - In diesem Versuch wird der prinzipielle Aufbau und die Wirkungsweise eines Blei-Akkumulators demonstriert.

Physik

Elektrizität &amp; Magnetismus

Elektrischer Strom &amp; Wirkung



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/63f8c4ca2928070002b17a0a>

PHYWE

# Allgemeine Informationen



## Anwendung

PHYWE



Autobatterie

Die Speicherung elektrischer Energie ist ein Problem der Energieversorgung, zumal die in Kraftwerken bereitgestellte Energie des Wechselstroms nicht direkt speicherbar ist. Gleichstrom kann durch die Umwandlung von elektrischer Energie in chemische Energie gespeichert werden. Das dafür geeignete Gerät heißt Akkumulator. In der Praxis werden mehrere Akkumulatorzellen zu einer Batterie in Reihe geschaltet. Zur technischen Herstellung eines Blei-Akkumulators wird nicht von Bleiplatten ausgegangen, da damit nur eine geringe Kapazität zu erzielen wäre. Es wird eine Paste aus pulverförmigem Blei, Bleidioxid, Schwefelsäure und Bindemitteln in Bleigitter gepresst und durch Elektrolyse formiert, das heißt in Blei-beziehungsweise Bleidioxidschwamm umgewandelt. Den Schülern sind derartige „Akkus“ bekannt.

## Sonstige Informationen (1/3)

PHYWE

### Vorwissen



- Der Vorgang der Elektrolyse sollte bekannt sein.
- Das wiederholte Auf- und Entladen eines neuen Akkumulators vor dessen Einsatz heißt Formieren.

### Prinzip



Ein Blei-Akkumulator besteht in seiner einfachsten Ausführung aus einer wässrigen Lösung von Schwefelsäure, in die zwei als Bleiplatten ausgeführte Elektroden hineinragen. Schickt man durch diese Anordnung, die man eine Zelle nennt, einen elektrischen Gleichstrom, dann kann man elektrische Energie speichern und die Zelle in die Lage versetzen, elektrischen Strom zu liefern. Lade- und Entladestrom haben entgegengesetzte Richtung. Die Spannung einer aufgeladenen Zelle beträgt etwa 2 V.

## Sonstige Informationen (2/3)

PHYWE

### Lernziel



Die Schüler lernen in dieser Versuch den prinzipiellen Aufbau und die Wirkungsweise eines Blei-Akkumulators.

### Aufgaben



Beobachte die chemischen Reaktionen, die in einem Akkumulator ablaufen und messe die Spannung.

## Sonstige Informationen (3/3)

PHYWE

Vor dem Versuch sollte verdünnte Schwefelsäure (ca. 5 %ig) bereitgestellt werden. Aus Sicherheitsgründen sollte der Lehrer jeder Experimentiergruppe die erforderliche Menge verdünnter Schwefelsäure selbst in den Rillentrog gießen. Die Entsorgung der wässrigen Lösung sollte an zentraler Stelle erfolgen und vom Lehrer beaufsichtigt werden.

## Sicherheitshinweise (1/2)

PHYWE



- Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.
- Beim Umgang mit Blei- bzw. Bleiverbindungen gilt gemäß den Richtlinien für Sicherheit im Unterricht (RiSU): Tätigkeitsverbot für Schülerinnen und Schüler. Tätigkeitsbeschränkungen für gebärfähige Frauen, werdende und stillende Mütter.
- Verdünnte Schwefelsäure wirkt stark ätzend auf Haut, Augen und Schleimhäute.
- Sprühnebel reizen die Atemorgane.
- Blei ist gesundheitsschädlich.

## Sicherheitshinweise (2/2)

PHYWE



- Reinigen der Bleielektroden möglichst unter dem Abzug durchführen!
- Schutzhandschuhe anziehen!
- Hände nach dem Versuch gründlich waschen!
- Entsorgung: Säurereste mit Wasser verdünnen, neutralisieren (pH 6-8) und wegspülen. Sammeln Sie Lösungen oder feste Rückstände, die Blei oder Blei-Ionen enthalten, in einem dafür gekennzeichneten Behälter und entsorgen Sie sie als Schwermetallabfälle.

## Theorie

PHYWE

Die chemischen Reaktionen, die beim Laden und Entladen ablaufen, sind komplex. Vor dem Anlegen einer Spannung überziehen sich die beiden Bleielektroden mit Bleisulfat ( $PbSO_4$ ), nachdem sie in die wässrige Lösung eingetaucht wurden, in der Schwefelsäure dissoziiert war ( $H_2SO_4 \rightarrow 2 H^+ SO_4^{2-}$ ).

Aufladen:

- Die Kathode nimmt Elektronen auf; ihre Oberfläche wird zu reinem Blei reduziert.
- Die Anode gibt Elektronen ab und bindet Sauerstoff; aus Bleisulfat entsteht auf der Oberfläche der Anode Bleioxid.

Beim Entladen kehren sich die chemischen Reaktionen um.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik	02150-00	1
2	Leitungs-Baustein, gerade, DB	09401-01	2
3	Leitungs-Baustein, winklig, DB	09401-02	4
4	Leitungs-Baustein, T-förmig, DB	09401-03	1
5	Leitungs-Baustein, unterbrochen, DB	09401-04	4
6	Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, DB	09401-10	2
7	Ausschalter, DB	09402-01	1
8	Umschalter, DB	09402-02	1
9	Muffe auf Haftmagnet	02151-01	1
10	Motor, 2 V DC	11031-00	1
11	Sektorscheibe für 2 V-Motor	11031-01	1
12	Stellfläche mit Halterung, DB	09471-00	1
13	Glastrog, 100 mm x 50 mm x 120 mm	06620-10	1
14	Halter für Plattenelektroden	06618-00	2
15	Bleielektrode, 76 mm x 40 mm	45215-00	2
16	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-01	1
17	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-04	1
18	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-01	1
19	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-04	1
20	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-01	3
21	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-04	3
22	PHYWE Netzgerät, universal mit Analoganzeige, RiSU 2019 konform, DC: 18 V, 5 A / AC: 15 V, 5 A	13503-93	1
23	PHYWE Demo-Multimeter ADM 3: Strom, Spannung, Widerstand, Temperatur	13840-00	2
24	Elektrische Symbole für Demo-Tafel, 12 Stück	02154-03	1
25	Schwefelsäure, 10%, 1000 ml	31828-70	1
26	Löffelspatel, Kunststoff, l = 180 mm	38833-00	1
27	Schmirgelpapier, mittlere Körnung	01605-00	1
28	Schraubzwinde	02014-00	2

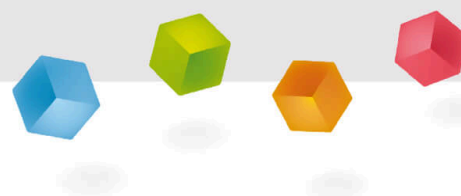
## Zusätzliches Material

PHYWE

Position	Material	Menge
1	destilliertes Wasser	1
2	saugfähiges Tuch oder Papier	1

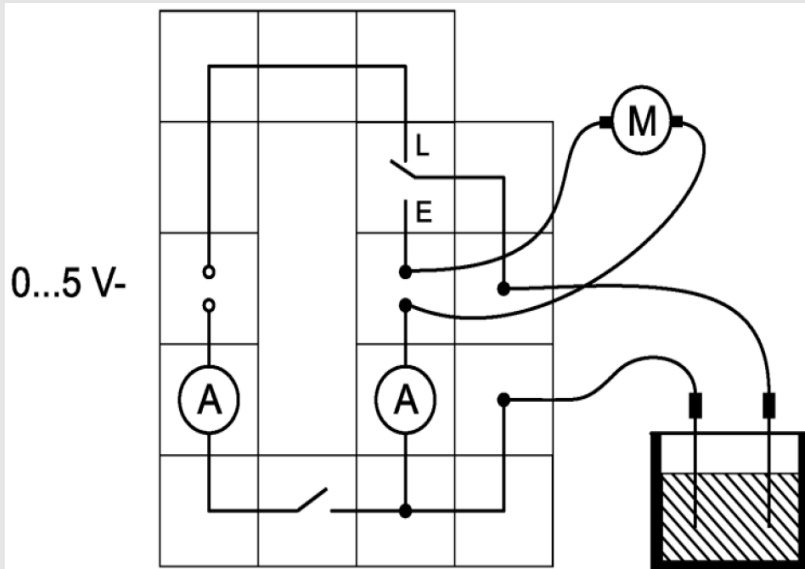
PHYWE

## Aufbau und Durchführung



## Aufbau

PHYWE



- Fülle den gesäuberten Glastrog bis etwa zwei Drittel mit destilliertem Wasser, gieße etwa 50 ml Schwefelsäure hinzu und verrühre es.
- Tauche die mit dem Schmirgelpapier sorgfältig gereinigten Bleielektroden an den Haltern in die Lösung ein und baue den Versuch entsprechend der Abbildung links auf.
- Stelle für den Ladestrom den Messbereich 300 mA und für den Entladestrom den Messbereich 100 mA ein.

## Durchführung (1/2)

PHYWE

- Schalte das Netzgerät ein, schließe den Schalter und bring den Umschalter in Position L (Laden).
- Stelle eine Ladestromstärke von etwa 200 mA ein und lade die Zelle etwa 20 s lang auf.
- Unterbreche den Ladevorgang mithilfe des Ausschalters. Löse die Anschlüsse des Ladestrommessgeräts am Baustein, stelle einen Messbereich von 3 V ein und messe die Spannung direkt an den Bleielektroden. Notiere den Messwert (1).
- Baue das Messgerät wieder mit dem Messbereich 300 mA wie zu Beginn des Versuches ein.





## Durchführung (2/2)

PHYWE

- Bringe den Umschalter in Position E (Entladen) und schließe so den Entladekreis. Achte auf die Laufdauer des Motors und beachte die Entladestromrichtung. Notiere diese (Entladestromrichtung) notieren (2).
- Stelle den Umschalter auf L, wiederhole Lade- und Entladevorgang. Achte wieder auf die Laufdauer des Motors und vergleiche mit der vorher beobachteten (3).
- Wiederhole den Ladevorgang noch einmal, öffne den Schalter, nehme die Elektroden aus der wässrigen Lösung heraus, spüle sie mit Wasser ab und beschreibe die Veränderungen der Elektrodenoberflächen (4).

PHYWE



## Beobachtung und Auswertung

## Beobachtung

PHYWE

- (1) Die Spannung der Zelle beträgt etwa 2 V.
- (2) Der Entladestrom fließt in entgegengesetzter Richtung zum Ladestrom. Eine Blei-Akkumulator-Zelle besteht aus zwei Bleielektroden, die in eine wässrige Lösung aus Schwefelsäure eintauchen. Schickt man Gleichstrom durch die Zelle, dann kann diese elektrische Energie speichern und elektrischen Strom liefern. Lade- und Entladestrom sind entgegengesetzt gerichtet.
- (3) Die Laufdauer des Motors ist größer als die vorher beobachtete.
- (4) Die Bleiplatte, die am positiven Pol der Ladestromquelle angeschlossen war, die Anode, hat sich schwarz-braun gefärbt; die Oberfläche der Katode ist blankes Blei.

## Auswertung (1/3)

PHYWE

Ein Blei-Akkumulator besteht in seiner einfachsten Ausführung aus einer wässrigen Lösung von Schwefelsäure, in die zwei als Bleiplatten ausgeführte Elektroden hineinragen. Schickt man durch diese Anordnung, die man eine Zelle nennt, einen elektrischen Gleichstrom, dann kann man elektrische Energie speichern und die Zelle in die Lage versetzen, elektrischen Strom zu liefern. Lade- und Entladestrom haben entgegengesetzte Richtung. Die Spannung einer aufgeladenen Zelle beträgt etwa 2 V.

Der Elektronenstrom fließt beim Ladevorgang umgekehrt wie bei der Entladung. Daher wechselt der Motor seine Drehrichtung. Ein Akkumulator "sammelt" also den "Strom" beim Laden und gibt in weider ab bei der Entladung. Die Ursache für die Fähigkeit der Akkumulator-Zelle, elektrische Ladung bzw. Energie zu speichern und wieder abzugeben, liegt in chemischen Reaktionen beim Laden und Entladen.

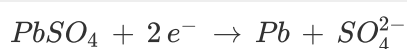
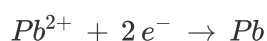
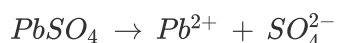
Vor dem Anlegen einer Spannung ist bereits  $H_2SO_4$  dissoziiert, und die beiden Bleielektroden überziehen sich mit Bleisulfat ( $PbSO_4$ ).

## Auswertung (2/3)

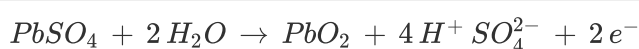
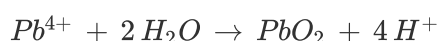
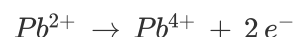
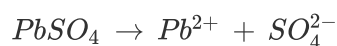
PHYWE

**Ladevorgang eines Blei-Akkumulator**

Die Katode nimmt Elektronen auf. Ihre Oberfläche wird zu reinem Blei reduziert:



Die Anode gibt Elektronen ab und bindet Sauerstoff. Auf ihrer Oberfläche entsteht aus Bleisulfat Bleioxid:



## Auswertung (3/3)

PHYWE

**Entladevorgang eines Blei-Akkumulators**

Beim Entladen kehren sich die chemischen Prozesse um; die Anode nimmt Elektronen auf, die Katode gibt genau so viele Elektronen ab.  $PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$

Die Gesamtreaktion beim Entladen zeigt, dass Wasser gebildet wird und Säure verbraucht wird, d.h. die Säure wird verdünnt. Dieser Zusammenhang zwischen Säuredichte und Ladezustand wird in den Säureprüfern ausgenutzt, um über die spezifische Dichte der "Batteriesäure" den Ladezustand von Akkumulatoren zu bestimmen.

Da sich die Reaktion des Lade- und Entladevorganges nur an der Oberfläche der Elektroden vollziehen, kann die Kapazität eines Akkumulators nur durch eine Vergrößerung der Elektrodenfläche erhöht werden. Ist der Ladevorgang beendet, wird die Schwefelsäure elektrolytisch zersetzt, der Akkumulator beginnt zu gasen. Da zur Elektrolyse der verdünnten Schwefelsäure eine höhere Spannung erforderlich ist, macht sich das am Ende des Ladevorgangs durch eine Spannungserhöhung an den Elektroden bemerkbar.