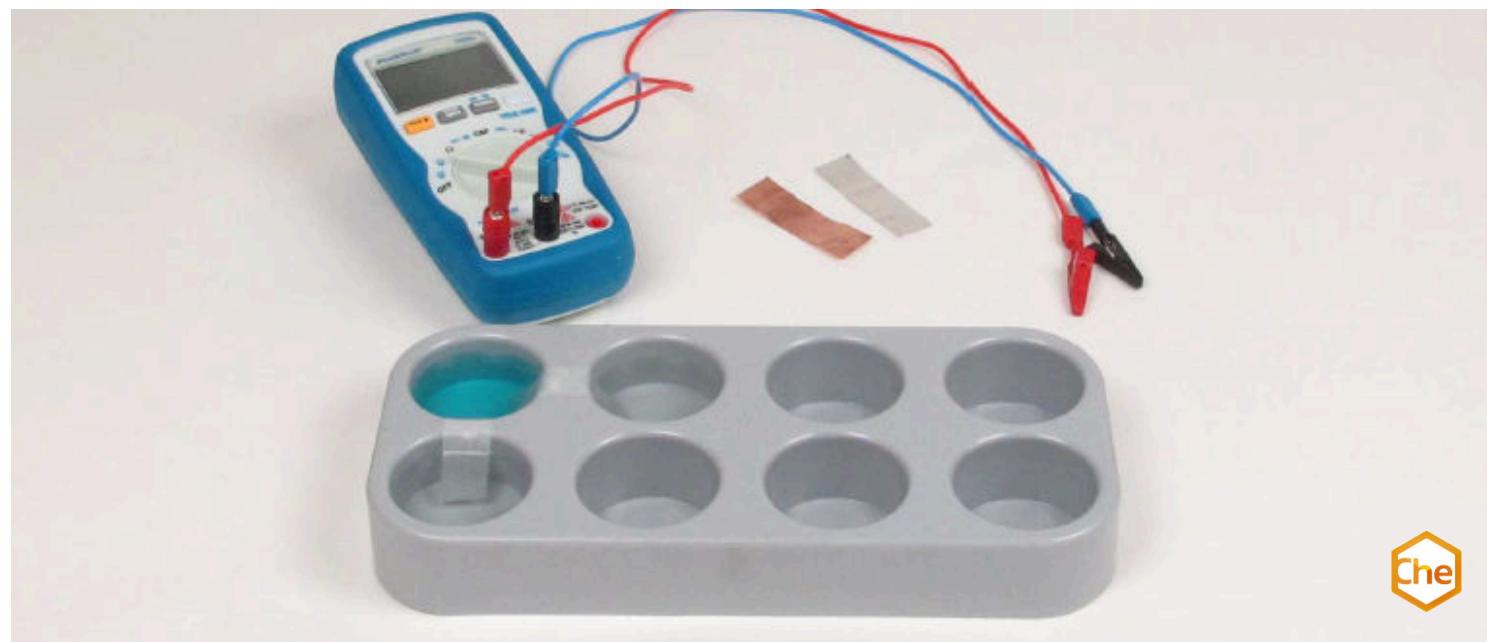


# Galvanische Zellen aus unterschiedlichen Redoxpaaren/ Konzentrationen und die Berechnung ihrer Potenziale mittels der Nernst-Gleichung



Die Schülerinnen und Schüler lernen, wie die Nernst-Gleichung auch zur Berechnung galvanischer Zellen herangezogen werden kann, die aus unterschiedlichen Redoxpaaren mit unterschiedlichen Lösungskonzentrationen zusammengesetzt sind.

Chemie

Physikalische Chemie

Elektrochemie

Galvanische Elemente,  
Brennstoffzellen

Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/5f723acd2e0f190003cd3fbc>

**PHYWE**

## Lehrerinformationen

### Anwendung

**PHYWE**

Versuchsaufbau

Nicht nur zwischen Halbzellen aus unterschiedlichen Metallen in ihren Salzlösungen lassen sich elektrische Spannungen messen, sondern auch zwischen gleichartigen Halbzellen, die sich lediglich in den Konzentrationen ihrer Salzlösungen voneinander unterscheiden.

Solche Paarungen gleicher Halbzellen mit unterschiedlichen Salzkonzentrationen bezeichnet man als »Konzentrationsketten«. Die messbare Spannung solcher Konzentrationsketten unterliegt einer Gesetzmäßigkeit, die in der sogenannten »Nernst-Gleichung« ihren mathematischen Ausdruck gefunden hat.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/5)

### Vorwissen



Die Schüler sollten bereits in der Lage sein, Standardpotenziale zu bestimmen und die benötigten Elektroden herzustellen. Außerdem sollten sie bereits die Nernst-Gleichung kennen.

### Prinzip



Die Nernst-Gleichung kann auch zur Berechnung galvanischer Zellen herangezogen werden, die aus unterschiedlichen Redoxpaaren mit unterschiedlichen Lösungskonzentrationen zusammengesetzt sind.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/5)

PHYWE

### Vorwissen



Die Schüler sollten bereits in der Lage sein, Standardpotenziale zu bestimmen und die benötigten Elektroden herzustellen. Außerdem sollten sie bereits die Nernst-Gleichung kennen.

### Prinzip



Die Nernst-Gleichung kann auch zur Berechnung galvanischer Zellen herangezogen werden, die aus unterschiedlichen Redoxpaaren mit unterschiedlichen Lösungskonzentrationen zusammengesetzt sind.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/5)

PHYWE

### Lernziel



Die Schüler lernen, wie die Nernst-Gleichung auch zur Berechnung galvanischer Zellen herangezogen werden kann, die aus unterschiedlichen Redoxpaaren mit unterschiedlichen Lösungskonzentrationen zusammengesetzt sind.

### Aufgaben



Die Schüler überprüfen theoretische Berechnungen zur Nernst-Gleichung mit unterschiedlichen Redoxpaaren unterschiedlicher Lösungskonzentrationen in der Praxis.

## Sonstige Lehrerinformationen (3/5)

PHYWE

### Sonstige Informationen (1/3)

Besteht z.B. eine galvanische Zelle aus einer Kupferhalbzelle mit einer 1 molaren Kupfersulfatlösung (Standard-Kupferzelle) und einer Silberhalbzelle mit einer 0,1 molaren Silbernitratlösung, so ergibt sich die Spannung aus folgender Beziehung:

$$\Delta E = E(Ag / Ag^+) - E^0(Cu / Cu^{2+})$$

E ist das Potenzial der Silberhalbzelle, die in diesem System die Kathode (Reduktionsvorgang) bildet.  $E^0(Cu/Cu^{2+})$  ist das Standardpotenzial der Kupferhalbzelle, also +0,34 V-. Das Potenzial der Silberelektrode mit einer Lösungskonzentration von 0,1 mol/l ergibt sich nach der Nernstgleichung aus der Differenz des Standardpotentials  $E^0(Ag/Ag^+)$  einer Silberhalbzelle und des Potenzials einer Konzentrationskette aus Silberhalbzellen mit den Konzentrationen  $c_1 = 1 \text{ mol/l}$  und  $c_2 = 0,1 \text{ mol/l}$ , also aus

## Sonstige Lehrerinformationen (4/5)

PHYWE

### Sonstige Informationen (2/3)

$$E = E^0(Ag / Ag^+) - \frac{0,058V}{c_2(\alpha x)}$$

Setzt man diesen Ausdruck in die obige Gleichung ein, so ergibt sich die Spannung der beschriebenen galvanischen Zelle aus:

$E = E^0(Ag / Ag^+) - 0,058V$  Da Silberionen einwertig sind, ist  $n = 1$ ; und der Logarithmus des Quotienten aus  $c_1$  und  $c_2$  ist in unserem Beispiel ebenfalls gleich 1.

## Sonstige Lehrerinformationen (5/5)

PHYWE

### Sonstige Informationen (3/3)

Dann beträgt die Spannung des beschriebenen Elements

$$\Delta E = 0,799V - 0,058V - 0,34V = 0,401V$$

Würde die Silberionenkonzentration der Silberhalbzelle nicht 0,1 molar, sondern 0,01 molar sein, so wäre die Spannung dieses Elements

$$\Delta E = 0,799V - 2 \times 0,058V - 0,34V = 0,343V$$

## Sicherheitshinweise

PHYWE



- Schutzbrille tragen.
- 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.

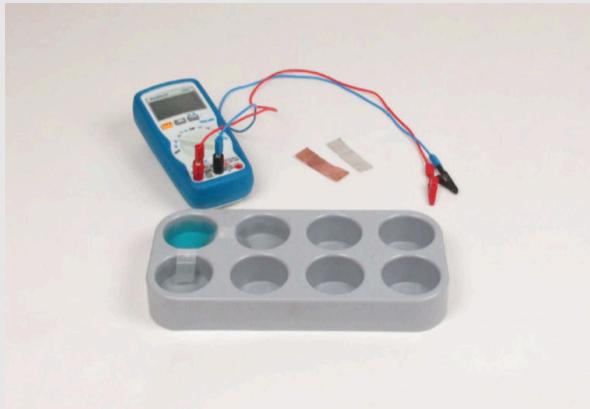
PHYWE



## Schülerinformationen

## Motivation

PHYWE



Versuchsaufbau

Du hast bereits gelernt, dass wir ohne Batterien in unserer heutigen Welt nicht mehr auskommen. Auch kannst du bereits verschiedene Elektroden herstellen.

Bis jetzt wurden jeweils die elektrischen Spannungen von 2 Metallen in der gleichen Salzkonzentration gemessen. Es geht allerdings auch andersherum:

In diesem Versuch lernst du, dass auch zwischen zwei Redoxpaaren mit unterschiedlichen Lösungskonzentrationen elektrische Spannung gemessen werden kann.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Digitalmultimeter, 600V AC/DC, 10A AC/DC, 20 MΩ, 200µF, 20 kHz, -20°C...760°C	07122-00	1
2	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 500 mm, rot	07356-01	1
3	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 500 mm, blau	07356-04	1
4	Reduzierstecker 4/2-mm-Buchse, 1 Paar	11620-27	1
5	Krokodilklemme, isoliert, rot & schwarz, 2 mm, 2 Stück	07275-00	1
6	Streifenelektroden-Set für Schülerversuche Elektrochemie Länge: 75 mm, Breite 15 mm	07856-00	2
7	Becherglas, Boro, hohe Form, 50 ml	46025-00	3
8	Messzellenblock mit 8 Bohrungen, d = 40 mm für Aufbau galvanischer Zellen	37682-00	1
9	Deckel für Messzellenblock, 8 Stück	37683-00	1
10	Silberblech, 150 x 150 x 0,1 mm, 1 St. (ca. 25 g)	31839-04	1

## Material

PHYWE

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	<u>PHYWE Digitalmultimeter, 600V AC/DC, 10A AC/DC, 20 MΩ, 200µF, 20 kHz, -20°C...760°C</u>	07122-00	1
2	<u>Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 500 mm, rot</u>	07356-01	1
3	<u>Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 500 mm, blau</u>	07356-04	1
4	<u>Reduzierstecker 4/2-mm-Buchse, 1 Paar</u>	11620-27	1
5	<u>Krokodilklemme, isoliert, rot &amp; schwarz, 2 mm, 2 Stück</u>	07275-00	1
6	<u>Streifenelektroden-Set für Schülerversuche Elektrochemie Länge: 75 mm, Breite 15 mm</u>	07856-00	2
7	<u>Becherglas, Boro, hohe Form, 50 ml</u>	46025-00	3
8	<u>Messzellenblock mit 8 Bohrungen, d = 40 mm für Aufbau galvanischer Zellen</u>	37682-00	1
9	<u>Deckel für Messzellenblock, 8 Stück</u>	37683-00	1

## Vorbereitung (1/4)

PHYWE

### Herstellen der benötigten Lösungen

- **Silbernitratlösung (0,1 mol/l):** Füge 8,49 g Silbernitrat zu 250 ml destilliertem Wasser. Gut mischen und auf 500 ml mit destilliertem Wasser auffüllen.
- **Silbernitratlösung (0,01 mol/l):** Füge 50 ml der hergestellten Silbernitratlösung (0,1 mol/l) zu 450 ml destilliertem Wasser.
- **Kupfersulfatlösung (1 mol/l):** Füge 79,5 g Kupfersulfat zu 250 ml destilliertem Wasser. Gut mischen und auf 500 ml mit destilliertem Wasser auffüllen.

## Vorbereitung (2/4)

PHYWE

### Berechnungen (1/3)

Besteht z.B. eine galvanische Zelle aus einer Kupferhalbzelle mit einer 1 molaren Kupfersulfatlösung (Standard-Kupferzelle) und einer Silberhalbzelle mit einer 0,1 molaren Silbernitratlösung, so ergibt sich die Spannung aus folgender Beziehung:

$$\Delta E = E(Ag / Ag^+) - E^0(Cu / Cu^{2+})$$

E ist das Potenzial der Silberhalbzelle, die in diesem System die Kathode (Reduktionsvorgang) bildet.  $E^0$  ( $Cu/Cu^{2+}$ ) ist das Standardpotenzial der Kupferhalbzelle, also +0,34 V-. Das Potenzial der Silberelektrode mit einer Lösungskonzentration von 0,1 mol/l ergibt sich nach der Nernstgleichung aus der Differenz des Standardpotentials  $E^0$  ( $Ag/Ag^+$ ) einer Silberhalbzelle und des Potenzials einer Konzentrationskette aus Silberhalbzellen mit den Konzentrationen  $c_1 = 1$  mol/l und  $c_2 = 0,1$  mol/l, also aus

## Vorbereitung (3/4)

PHYWE

### Berechnungen (2/3)

$$E = E^0(Ag / Ag^+) - \frac{0,058V}{c_2(\alpha)}$$

Setzt man diesen Ausdruck in die obige Gleichung ein, so ergibt sich die Spannung der beschriebenen galvanischen Zelle aus:

$E = E^0(Ag / Ag^+) - 0,058V$  Da Silberionen einwertig sind, ist  $n = 1$ ; und der Logarithmus des Quotienten aus  $c_1$  und  $c_2$  ist in unserem Beispiel ebenfalls gleich 1.

## Vorbereitung (4/4)

PHYWE

### Berechnungen (3/3)

Dann beträgt die Spannung des beschriebenen Elements

$$\Delta E = 0,799V - 0,058V - 0,34V = 0,401V$$

Würde die Silberionenkonzentration der Silberhalbzelle nicht 0,1 molar, sondern 0,01 molar sein, so wäre die Spannung dieses Elements

$$\Delta E = 0,799V - 2 \times 0,058V - 0,34V = 0,343V$$

In einem Versuch sollen diese Berechnungen überprüft werden.

## Aufbau

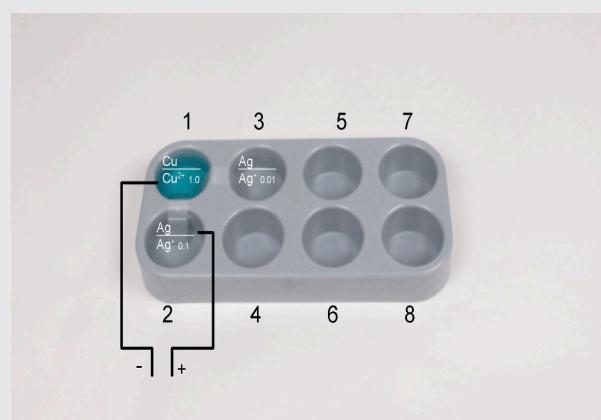
PHYWE

Fülle die Messzelle 1 mit der Kupfersulfatlösung ( $c = 1$  mol/l), Messzelle 2 mit der Silbernitratlösung  $c = 0,1$  mol/l und Messzelle 3 mit der Silbernitratlösung  $c = 0,01$  mol/l. (Abb. rechts).

Dann verbinde die Messzelle 1 mittels Stromschlüssel aus Filterpapierstreifen leitend mit den Messzellen 2 und 3.

Die Stromschlüssel werden nicht mit Kaliumnitratlösung getränkt.

Lasse stattdessen die Lösungen aus den beiden jeweils zu verbindenden Messzellen von den Papierenden her aufsteigen, bis sie sich in der Mitte der Streifen treffen.



Fülle die Messzellen

## Durchführung

PHYWE

Deckel auf die Messzellen und stecke eine Kupferelektrode in die Kupfersulfatlösung der Messzelle 1 und eine Silberelektrode in die Messzelle 2.

Die Kupferelektrode schließe als Minuspol an die Massebuchse des Messinstruments an, die Silberelektrode als Pluspol an die Voltbuchse.

Miss die Spannung dieser galvanischen Zelle. Dann führe die Silberelektrode (nach Abtrocknung eventuell anhängender Lösungstropfen) in die Messzelle 3 mit der Lösungskonzentration  $c = 0,01 \text{ mol/l}$  und miss auch hier die Spannung.

Nun stecke die mit der Massebuchse verbundene Elektrode (an der blauen Verbindungsleitung) in die am stärksten verdünnte Lösung (Messzelle 1) und die mit der Voltbuchse verbundene Elektrode in die nächst niedrigere Verdünnung (Messzelle 2) und miss die Spannung.

Dann miss auf gleiche Weise die Spannungen zwischen den Messzellen 2 und 3, 3 und 4, 4 und 5. Notiere die Messwerte. Anschließend miss die Spannungen zwischen den Zellen 1 + 3, 1 + 4 sowie 2 + 4.

PHYWE



## Protokoll

## Aufgabe 1

PHYWE

Lassen sich nur zwischen zwei Halbzellen aus unterschiedlichen Metallen in ihren Salzlösungen elektrische Spannungen messen?

- Ja, in anderen Halbzellen ist dies nicht möglich.
- Nein, aber in anderen Halbzellen beträgt die Spannung immer genau 1V.
- Nein, unter anderem auch zwischen gleichartigen Halbzellen, die sich lediglich in den Konzentrationen ihrer Salzlösungen voneinander unterscheiden.
- Keine der Antworten ist korrekt.

**Check**

## Aufgabe 2

PHYWE

Wie bezeichnet man Paarungen gleicher Halbzellen mit unterschiedlichen Salzkonzentrationen?

- Paarungen gleicher Halbzellen mit unterschiedlichen Salzkonzentrationen bezeichnet man als »Konzentrationspyramiden«.
- Paarungen gleicher Halbzellen mit unterschiedlichen Salzkonzentrationen bezeichnet man als »Konzentrationsspannungen«.
- Paarungen gleicher Halbzellen mit unterschiedlichen Salzkonzentrationen bezeichnet man als »Konzentrationsketten«.

**Check**

## Aufgabe 3

PHYWE

Wähle die Gleichung aus, welche die Silberionenkonzentration der Silberhalbzelle nicht als 0,1 molar, sondern als 0,01 molar darstellt.

$\Delta E = 0,799V - 2 \times 0,058V - 0,34V = 0,343V$

Keine der Gleichungen entspricht der Fragestellung.

$\Delta E = 0,799V - 0,058V - 0,34V = 0,401V$

 Check

14/14