

Auf dem Weg zur elektrochemischen Spannungsreihe

Teil 1: Redoxreaktionen und Spannungen vorhersagen



LNCU.de
ID 30521
CC-BY-SA 4.0
Online abrufen

M1 Spannung ist immer Potentialdifferenz



Man kann Spannungen immer nur als **Gesamtunterschied der Potentiale** zwischen zwei Halbzellen messen. Stellen wir uns vor, wir würden im Daniell-Element eine Halbzelle durch eine Halbzelle mit einem anderen Metall in seiner Metallsalz-Lösung austauschen.



Abb. 1: Dieses Experiment kennen wir bereits: Der Nachbau des Daniell-Elements.

Redoxreihe der Metalle		
Tendenz zur Elektronenabgabe nimmt zu	Na	$\rightleftharpoons \text{Na}^+ + e^-$
	Mg	$\rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2e^-$
	Al	$\rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3e^-$
	Zn	$\rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2e^-$
	Fe	$\rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2e^-$
	Pb	$\rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2e^-$
	Cu	$\rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2e^-$
	Ag	$\rightleftharpoons \text{Ag}^+ + e^-$
	Au	$\rightleftharpoons \text{Au}^{3+} + 3e^-$
Tendenz zur Elektronenaufnahme nimmt zu		

Abb. 2: Die Redoxreihe der Metalle. ¹



Aufgaben

- 1 Wählen Sie Redoxpaare aus der Redoxreihe der Metalle aus und legen Sie hypothetisch dar, welche Veränderungen der Spannung im Vergleich zum Daniell-Element ($\text{Zn}/\text{Zn}^{2+} // \text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$) Sie erwarten würden. Nutzen Sie in ihrer Argumentation auch Fachbegriffe: Potential, Lösungstension, elektrochemische Doppelschicht.
- 2 Führen Sie Versuch **V1** durch.

V1 Zellkombinationen testen

Materialien

- Filterpapier
zugeschnitten & angefeuchtet
- Zellblock
- Spannungsmessgerät
Multimeter
- Elektrischer Verbraucher
z.B. Motor oder Lämpchen

Durchführung

- Oberflächenverunreinigungen auf den Metall-Bleichen (Elektroden) absmirgeln.
- Legen Sie zwischen den Zellblock-Hälften doppellagig angefeuchtetes Filterpapier (= Diaphragma).
- Befüllen Sie 4 Halbzellen des Zellblocks bis zur inneren Markierung nach folgendem Schema:

Chemikalien

-  Kupfer-Blech
-  Zink-Blech
-  Silber-Blech
-  Kupfersulfat-Lösung 0,1 mol/L   
-  Zinksulfat-Lösung 0,1 mol/L   
-  Silbernitrat-Lösung 0,1 mol/L   

Sicherheitshinweis

Silbernitrat hinterlässt braun/schwarze Flecken auf der Haut. Ihr **Kontakt mit der Haut und den Augen** ist daher strengstens zu **vermeiden**. Alle hier verwendeten Metallsalz-Lösungen sind umweltschädlich und gehören nicht in den Abguss!

Entsorgungshinweise beachten!

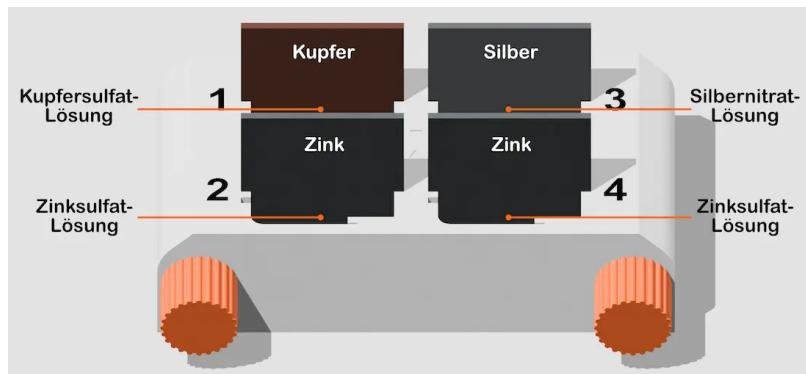


Abb. 3: Aufbau Zellblock. ²

- Messen Sie die Zellspannung zwischen zwei Halbzellen, **auch über Kreuz** und notieren Sie ihre Messwerte tabellarisch gemäß der Vorlage unter Beobachtung.
- Übernehmen Sie die gemessenen Werte von zwei weiteren Gruppen und berechnen Sie den Mittelwert.
- Versuchen Sie den **elektrischen Verbraucher** mit der besten Zellkombination in Betrieb zu nehmen. Sollte dies nicht gelingen: Schließen Sie sich mit anderen Gruppen zusammen und überlegen Sie sich eine Strategie zur Inbetriebnahme des Verbrauchers ohne auf weitere Chemikalien zurückgreifen zu müssen.

Beobachtung

Zelle	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Mittelwert	Literatur
$\text{Zn}/\text{Zn}^{2+} // \text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$					1,1 V
$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu} // \text{Ag}^{+}/\text{Ag}$					0,46 V
$\text{Zn}/\text{Zn}^{2+} // \text{Ag}^{+}/\text{Ag}$					1,56 V

Tab. 1: Vorlage. ²

Entsorgen und Aufräumen

-  Die Flüssigkeiten mit Hilfe der Tropfflaschen aufsaugen. Überschüssige Lösungen in den Entsorgungsbehälter für Schwermetalle geben.
-  Alle **verunreinigte Labormaterialien** spülen und trocknen! Metall-Bleche blank schmirgeln.
-  Alle Materialien an ihren **Ursprungsort** zurückstellen.

Aufgaben

- 3** In **M2** finden Sie den Beginn der Erweiterung der Redoxreihe zu einer **Spannungsreihe**. Hierbei sind die Redoxpaare des Daniell-Elements im Abstand ihrer Potentialdifferenz eingetragen. Ergänzen Sie alle weiteren Redoxpaare derart, dass die **Potentialdifferenzen** veranschaulicht werden. Ordnen Sie hierzu die Redoxpaare der Halbzellen rechts sinnvoll übereinander an. Symbolisieren Sie die gemessene Spannung in Form entsprechend langer Pfeile.

M2 Material

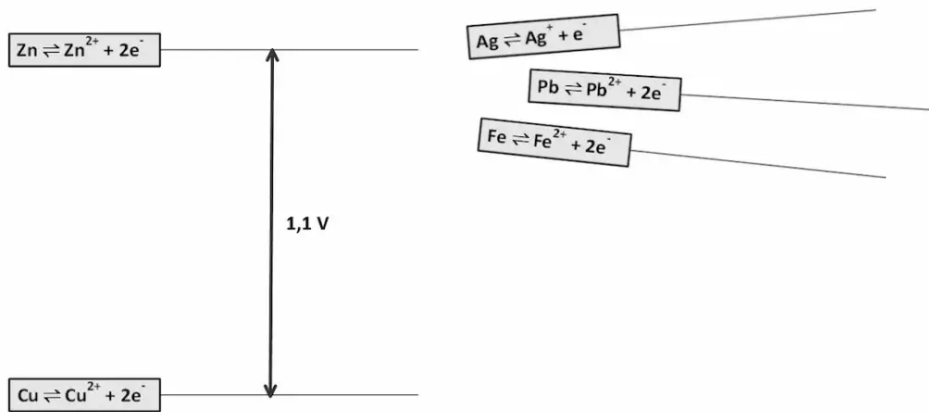


Abb. 4: Der Beginn einer Spannungsreihe.

Zelle	Literatur
$\text{Zn}/\text{Zn}^{2+} // \text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$	0,35 V
$\text{Pb}/\text{Pb}^{2+} // \text{Ag}^+/\text{Ag}$	0,93 V
$\text{Zn}/\text{Zn}^{2+} // \text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$	
$\text{Fe}/\text{Fe}^{2+} // \text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$	
$\text{Pb}/\text{Pb}^{2+} // \text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$	
$\text{Fe}/\text{Fe}^{2+} // \text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$	

Abb. 5: Weitere Zellen. Lassen sich die fehlenden Spannungen vorhersagen?



Weitergedacht

- 4 Suchen Sie nach Gesetzmäßigkeiten innerhalb ihrer gemessenen und vorgegebenen Messwerte. Bestimmen Sie mit Hilfe der gefundenen Gesetzmäßigkeiten die fehlenden Zellspannungen in **Abb. 5**.
- 5 Muss man experimentell experimentell die Potentialdifferenzen aller erdenklicher Redoxpaare gegeneinander bestimmen, um zu einer **vollständigen Spannungsreihe** zu kommen?
- 6 **Recherchieren** Sie, was man unter einer **Parallelschaltung** und einer **Reihenschaltung** versteht.

Einzelnachweise

- 1 Andreas Böhm, 2019
- 2 David Weninger, 2026