

Variante des Daniell-Elements: Gravity Cell

Eine *Gravity Cell* ist eine Variante des Daniell-Elements, bei der eine Kupfersulfat-Lösung mit einer Zinksulfat-Lösung überschichtet ist (Lit. 1). Dadurch benötigt man keinen Stromschlüssel bzw. kommt ohne Tonzelle aus. Solange der Behälter ruhig steht, durchmischen sich die Lösungen aufgrund der unterschiedlichen Dichte nicht. In der Zinksulfat-Lösung befindet sich die Zink-Elektrode, in der Kupfersulfat-Lösung die Kupfer-Elektrode. Um eine lange Laufzeit zu erreichen, werden auf die Kupfer-Elektrode Kupfersulfat-Kristalle angehäuft.

Hintergrund

Das Daniell-Element wird in der Schulchemie als Einstieg für galvanische Elemente herangezogen. Dabei bleibt oft unerwähnt, welche praktische Bedeutung dieser Zelltyp hatte. So gab es die oben beschriebene Form des Daniell-Elementes unter der Bezeichnung Krüger-(Bleikathode) bzw. Meidinger-Element (Kupferkathode). Diese wurden am Anfang des 20. Jahrhunderts von der deutschen Telegraphenverwaltung benutzt, um die elektrische, drahtgebundene Telegraphie zu betreiben (nach Lit. 2).

Gefahren



Signalwort: Achtung

Schutzbrille tragen. Kupfer- und Zink-Salze verursachen schwere Augenreizungen und sind gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Als Schwermetall-Salze sind sie sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung, daher nicht ins Abwasser entsorgen.

Chemikalien

Kupfer(II)-sulfat $\times 5 \text{ H}_2\text{O}$ (alte Bezeichnung Kupfervitriol), H 302, H 319, H 315, H 410

Zinksulfatlösung (alte Bezeichnung Zinkvitriol), 0,05 molar, H 302, H 318, H 410

Materialien

Becherglas, 1000 ml, hohe Form

Kupferplatte mit angeschweißtem Kupferstab

Zink-Elektrode in Ringform (Titanzink, Regenfallrohr)

Messleitungen,

Krokodilklemmen

Messgerät für Spannung z. B. Demo-Voltmeter, alternativ Messwerterfassungssystem

Elektromotor als Verbraucher

Variante des Daniell-Elements: Gravity Cell

Versuchsaufbau

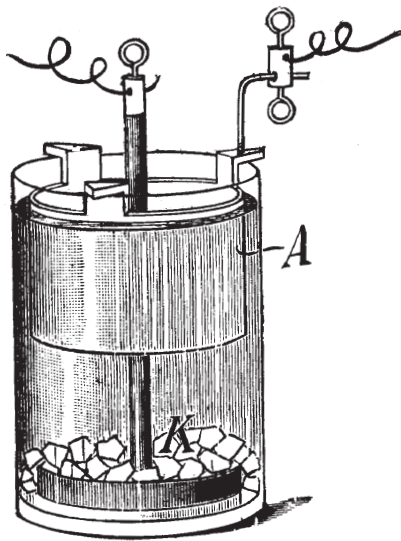


Fig. 220.
Krüger-Element.

Die Abbildung und der folgende Text sind der Lit. 2 entnommen:

„A ist der Zinkring. K ist eine mit einem Bleistab versehene Bleiplatte. Man füllt das Gefäß mit 1 l Wasser, in welchem ein wenig Zinkvitriol gelöst ist, und bringt auf die Bleiplatte etwa 100 g Kupfervitriolkristalle, die sich langsam lösen. Die Lösung erreicht jedoch wegen ihrer hohen Dichte den Zinkring nicht, falls die Kette ruhig steht.“

Im Nachbau wurde die Blei- durch eine Kupfer-Elektrode ersetzt und von einer Schlosserei angefertigt. Der Zinkring besteht aus Titanzink, einer Zinklegierung mit einem Anteil von 99% Zink. Er wurde im Lehrmittelhandel gekauft. Bei einer Spenglerei bekommt man Abfallstücke aus Titanzinkrohr., was viel billiger ist.

Die Kupfersulfat-Kristalle sollten möglichst groß sein, damit sie sich nicht so schnell lösen, wenn sie in das Element eingebracht werden.

Versuchsergebnis

Die Zelle liefert eine Spannungsdifferenz (EMK) von 1,05 Volt ohne Belastung. Sie treibt einen Elektromotor im Test über mehrere Tage an.

Erklärung

Es handelt sich um ein Daniell-Element, das die übliche Spannung liefert. Durch die besondere Konstruktion des Elements ist der Innenwiderstand (etwa 5Ω) geringer als bei einem Daniell-Element mit Tonzelle (etwa 10Ω). Da nach dem Ohmschen Gesetz sich die Stromstärke als Quotient aus Spannung und Widerstand ergibt, kann eine *Gravity Cell* eine größere Stromstärke liefern, als ein Element mit Tonzelle. Bei einer Stromentnahme von 0,02 A und guter Pflege betrug die Laufzeit des Elements bis zu einem halben Jahr.

Diese lange Laufzeit der Zelle, verbunden mit einer konstanten Spannung, sind die Vorzüge dieser Variante des Daniell-Elements. Man bezeichnet Vorgänge, die die Spannung eines elektrochemischen Elementes mindern, als Polarisation, Stoffe, die eine Polarisation verhindern als Depolarisator. Das feste Kupfersulfat wirkt als Depolarisator und muss bei Verbrauch wieder neu zugefügt werden (nach Lit. 3).

Die Variante mit Bleistab ist sicher auf die leichtere Verarbeitung und Verfügbarkeit von Blei zur damaligen Zeit zurückzuführen. Das Blei überzieht sich mit Kupfer und wirkt dann als Kupfer-Elektrode.

Ein online verfügbares Buch ist unter Lit. 4 angegeben. Dort werden weitere historische galvanische Elemente beschrieben (ab S. 212 *Gravity Cells*).

Literatur

- (1) <http://de.wikipedia.org/wiki/Meidinger-Element#Meidinger-Element>
- (2) Rüdorf, Fr., R. Lüpke: Grundriss der Chemie für den Unterricht an höheren Lehranstalten. 1. Teil Verlag von H.W. Müller, 15. verbesserte Auflage., Berlin 1909, S. 354.
- (3) <http://de.academic.ru/dic.nsf/eisenbahnwesens/934/Elemente>
- (4) <http://archive.org/stream/5thpracticalelec00ayrtuoft#page/212/mode/2up>