

Der Zink-Berliner Blau-Akkumulator

Corina Wagner, Marco Oetken

Berliner Blau findet nicht nur als elektrochromes Material in sogenannten „smart windows“ Anwendung. Es eignet sich ebenso gut als Elektrodenmaterial für neuartige stationäre Energiespeichersysteme. Dies soll das folgende Experiment anschaulich zeigen.

Vorversuch: Elektrolytische Abscheidung von Berliner Blau auf ein FTO-Glas:

Geräte und Chemikalien: Kunststoffgefäß (Tic-Tac® Dose 8 cm x 4,5 cm x 2cm), Bodenplatte aus Kunststoff (optional), Voltmeter, Amperemeter, Verbindungskabel, Netzgerät, Krokodilklemmen, Graphitfolie 4 cm x 8 cm, FTO-Glas 1,5 cm x 8 cm (Bezugsquelle: experimente-zur-energiewende@web.de), 0,1 M Eisen(III)-sulfat-Lösung (Lösung A), 0,1 M Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lösung (Lösung B).

Durchführung: Es wird ein 1:1 Gemisch aus 20 mL der Lösung A und 20 mL der Lösung B im Kunststoffgefäß hergestellt. Anschließend wird der Elektrolyt durch Rühren mit einem Glasstab vermischt. Die beiden Elektroden (Graphitfolie und FTO-Glas) werden im Vorfeld sorgfältig mit Aceton gereinigt. Anschließend wird die leitfähige Seite des FTO-Glases mit einem Multimeter ermittelt. Die Graphitfolie wird als + Pol, das FTO-Glas als – Pol geschaltet (siehe Abb. 1). Es ist darauf zu achten, dass die leitfähige Seite des FTO-Glases der Graphitfolie zugewandt ist. Nun wird eine Spannung von ca. 0,3 V angelegt und 90 Sekunden elektrolysiert. Bei jeder Elektrolyse muss

jeweils ein neues FTO-Glas und eine neue Graphitfolie verwendet werden. Der Elektrolyt kann mehrmals genutzt werden. Das mit Berliner Blau beschichtete FTO-Glas wird aus dem Elektrolyten entnommen, kurz in ein Wasserbad getaucht, zum Trocknen auf ein saugfähiges Tuch gestellt und für etwa zwei Minuten mit einem Föhn getrocknet.

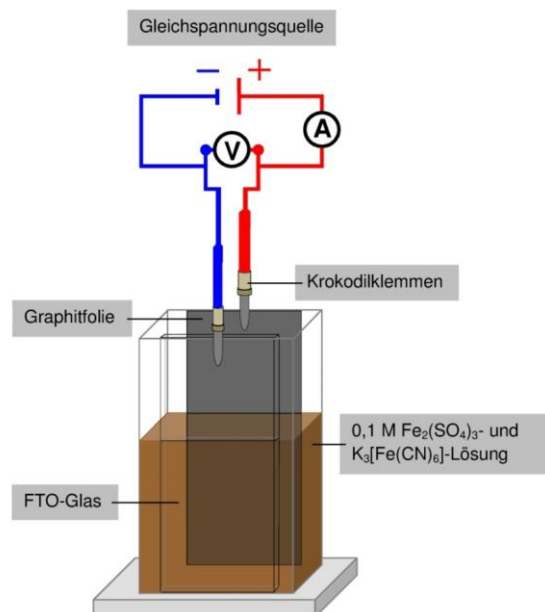
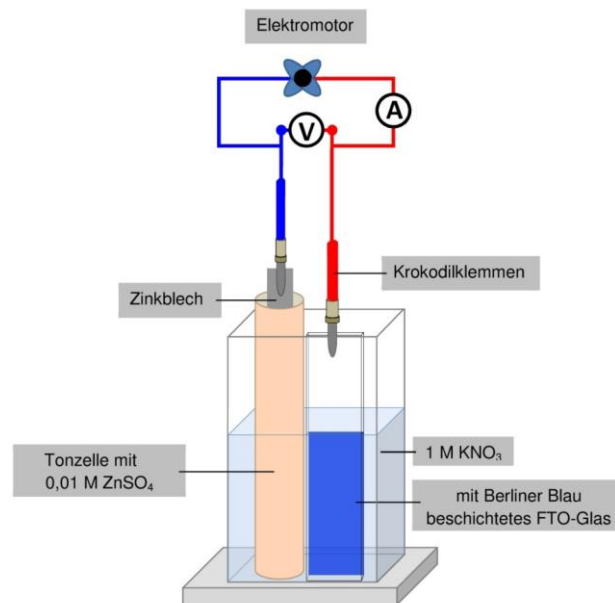


Abb. 1 Versuchsaufbau elektrolytische Abscheidung von Berliner Blau

Versuch: Der Zink-Berliner Blau-Akkumulator

Geräte und Chemikalien: Kunststoffgefäß (TicTac® Dose 8 cm x 4,5 cm x 2cm), Bodenplatte aus Kunststoff (optional), Voltmeter, Amperemeter, Verbindungskabel, Netzgerät, Krokodilklemmen, Messkolben 100 mL, Elektromotor (Glockenanker Wundermotor LE 2201 mit Luftschraube, Bezugsquelle: <http://www.lemo-solar.de>), Zinkblech (1 cm x 10 cm), Tonzelle (100 mm x 20 mm), mit Berliner Blau beschichtetes FTO-Glas 1,5 cm x 8 cm (Herstellung siehe oben), 1 M Kaliumnitrat-Lösung, 0,01 M Zinksulfat-Lösung

Durchführung: Es werden ca. 30 mL der Kaliumnitrat-Lösung in das Kunststoffgefäß gegeben. Die Tonzelle mit dem Zinkblech wird mit etwa 10 mL der 0,01 M Zinksulfat-Lösung befüllt und in das Kunststoffgefäß gestellt. Das mit Berliner Blau beschichtete FTO-Glas wird im Kunststoffgefäß neben die Tonzelle platziert und ein Elektromotor wird zwischengeschaltet (siehe Abb. 2). Nachdem der Elektromotor zum Stillstand gekommen ist, wird der Akkumulator



mit einer Gleichspannungsquelle bei etwa 2 V geladen. Das beschichtete FTO-Glas wird als **+ Pol**, das Zinkblech als **- Pol** geschaltet.

Abb. 2: Versuchsaufbau eines Zink-Berliner Blau-Akkumulators im wässrigen Elektrolytsystem.

Beobachtung und Auswertung: Schaltet man für den Entladevorgang einen Elektromotor in den Stromkreis, so kann die gespeicherte Energie nutzbar gemacht werden.

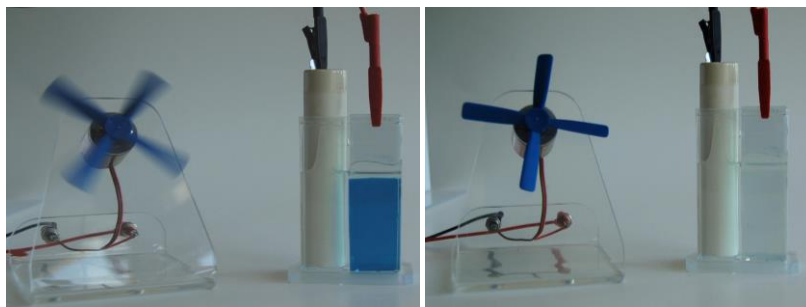
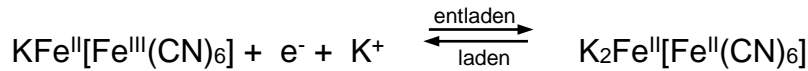


Abb. 3: links: Entladevorgang; rechts: entladener Zink-Berliner Blau-Akkumulator.

Während der Laufzeit des Elektromotors ist die faszinierende Entfärbung der Berliner Blau-Schicht von blau zu farblos immer deutlicher erkennbar. Ist das Berliner Blau vollständig zu Berliner Weiß reduziert, so kommt der Elektromotor zum Stehen. Beim Ladevorgang färbt sich das FTO-Glas langsam wieder blau (siehe Abb. 3).



Anhand der Farbe des FTO-Glases ist somit der Lade- bzw. Entladezustand des Akkumulators abschätzbar. Die ablaufenden Elektrodenreaktionen beim Entlade- bzw. Ladevorgang können wie folgt formuliert werden:



Berliner Blau

Berliner Weiß



Genauere Einblicke liefert ein Stromstärke-Zeit-Diagramm des Entlade-/Ladevorgangs (siehe Abb. 4). Zu Beginn des Entladevorgangs ist eine Stromspitze von ca. 8-9 mA zu erkennen. Im weiteren Verlauf ist die Stromstärkekurve sehr gleichbleibend bei einem Wert von etwa 2-3 mA, bis sie am Ende des

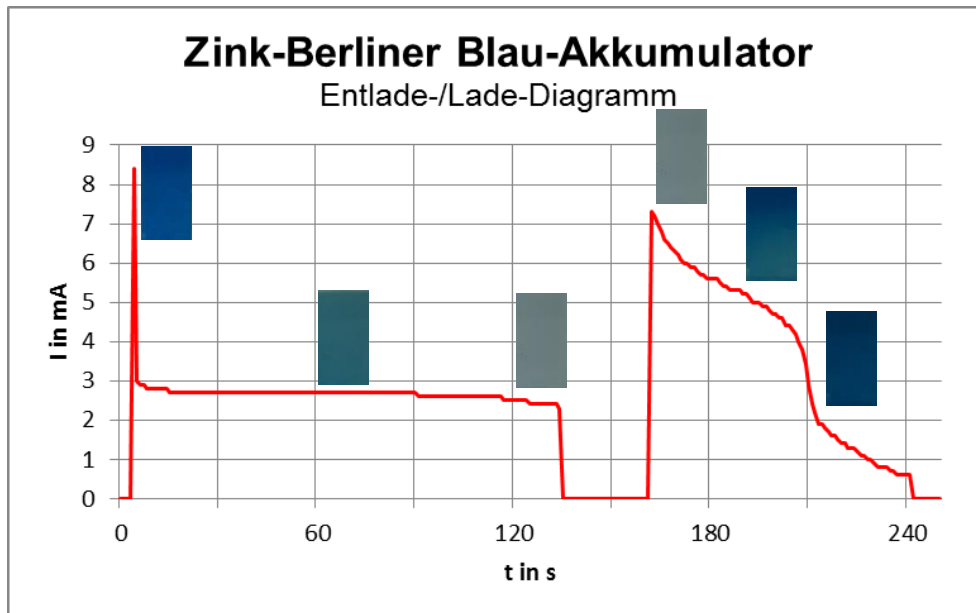


Abb. 4: Stromstärke-Zeit-Diagramm eines Entlade-/Ladevorgangs eines Zink-Berliner Blau-Akkumulators

Entladevorgangs auf 0 mA sinkt und die Berliner Blau-Scheibe vollständig entfärbt wurde. Startet man den Ladevorgang mit einer Gleichspannungsquelle, so liegt die Stromstärke zu Beginn des Ladevorgangs bei etwa 7 mA. Mit zunehmender Blaufärbung sinkt die Stromstärke jedoch auf unter 1 mA.