

Einfache Schülerversuche zu klassischen Batterien und Akkus

Ein schüleraktivierendes Unterrichtsmaterial für die gymnasiale Oberstufe aus einer Unterrichtsreihe nach „Chemie im Kontext“

M. Raida und M. Sina

Stichwörter: Batterien, Akkumulatoren, Lernstraße, Stationenlernen

1 Vorbemerkungen

In der Arbeitsgruppe „Chemie im Kontext“ im „Kölner Modell“ haben wir in den Jahren 2004–2006 eine Unterrichtsreihe zum Themenfeld Elektrochemie mit dem Titel „Wenn der Strom nicht aus der Steckdose kommt – mobile Energiespeicher“ entwickelt (in dieser Zeitschrift 2007 bereits veröffentlicht, vgl. unter [1]). Bestandteil dieser Unterrichtsreihe sind für die Vertiefungsphase Unterrichtsmaterialien mit Modellexperimenten zu wichtigen und bekannten Batterien und Akkumulatoren, die hier vorgestellt werden.

Unser Ziel bei den hier vorgestellten Experimenten ist es, einen schüleraktivierenden Zugang zu Batterien und Akkumulatoren zu ermöglichen. Es sollen an diesem Material die bis dahin erarbeiteten Grundlagen der Elektrochemie angewendet, vertieft und gesichert werden. Die Experimente sind so angelegt, dass sie entweder als Schülerversuche durchgeführt oder aber als Lehredemonstrationsversuche problemlos mehrfach wiederholt werden können. Alle Versuchsaufbauten sind so gewählt, dass sie mit minimalen Mitteln die in den Batterien stattfindenden Reaktionen abbilden.

Mit dem vorliegenden Material (Online-Ergänzung) sind verschiedene methodisch-didaktische Settings möglich: es kann je nach Kurs und zur Verfügung stehender Zeit sowohl als arbeitsteilige Gruppenarbeit mit Kurzreferaten oder als Stationenlernen angeboten werden. Da die einzelnen Stationen völlig unabhängig voneinander bearbeitbar sind, können dem Material einzelne Stationen entnommen werden. Andere können beispielsweise als Materialgrundlage für Klausuraufgaben Verwendung finden.

Wir stellen hier jeweils drei klassische Batterien und Akkumulatoren vor, die alle in der Technikgeschichte ihren bedeutenden Platz haben:

- die Volta'sche Säule,
- das Leclanché-Element,
- die Alkali-Mangan-Batterie,
- den Blei-Akkumulator,
- den Nickel-Cadmium-Akkumulator und
- den Nickel-Metallhydrid-Akkumulator.

Im Material fehlen Informationen und Experimente zu moderneren Elementen wie der Lithium-Batterie und dem Lithium-Ionen-Akkumulator. Als Modellexperiment für die Lithium-Batterie bietet sich der Versuchsaufbau an, wie er in Chemie 2000+, Band 2 [2] vorgeschlagen wird. Für den Lithium-Ionen Akku verweisen wir auf die Veröffentlichungen von Oetken in dieser Ausgabe der Praxis der Naturwissenschaften bzw. [3].

2 Die Volta'sche Säule

Um das Jahr 1800 herum entwickelte Alessandro Volta seine berühmte Batterie, die im 19. Jahrhundert wegen ihrer Robustheit und dem einfachen Aufbau als elektrische Stromquelle große Bedeutung hatte (Abb. 1). Sie bestand aus einer Abfolge von Kupfer- und Zinkplättchen, die durch Leder oder Pappe als Separator voneinander getrennt waren und mit Kochsalzlösung oder Lauge als Elektrolyt getränkt wurden. Dabei konnten durch die Menge der hintereinander geschalteten Einzelemente Spannungen von mehreren hundert Volt erreicht werden. Diese Erfindung ermöglichte neben den bekannten Salonexperimenten unter anderem die Darstellung der Alkalimetalle durch Humphrey Davy ab 1807.

Im Schülerexperiment wird die Volta'sche Säule aus 5-Cent-Stücken und Aluminiumfolie aufgebaut (Abb. 2). Als Separator dienen kleine Stücke aus einem Bierdeckel, wie er in jeder Kneipe verwendet wird. Elektrolyt ist Haushaltsessig. Damit der Stapel nicht zusammenfällt, wird er mit einer Laborklemme fixiert. Zwischen der Münze an einem Ende der Säule und der Aluminiumfolie am anderen

Ende kann eine Spannung von wenigen Volt gemessen werden.

Der von uns vorgeschlagene Versuch besticht durch seine Einfachheit und die Verwendung von Alltagsgegenständen, so dass er auch gefahrlos zu Hause durchgeführt werden kann. Nachteilig ist hierbei, dass die erreichbare Spannung weit hinter den Erwartungen zurückbleibt.

Ein interessantes Phänomen lässt sich aber hier beobachten, wenn man angelaufene Münzen verwendet (oder Kupferbleche, die man vor dem Experiment kurz in einer Brennerflamme zur leichten Rotglut erhitzt und wieder abkühlen lässt): die Spannung ist zunächst höher, sinkt dann aber relativ schnell ab. Die Erklärung hierfür ist, dass zunächst tatsächlich eine Batterie aus einer Kupfer- und einer Aluminiumhalbzelle entsteht, nach Reduktion der Kupfer-Ionen aber das eigentlich



Abb. 1: Historischer Aufbau der Volta'schen Säule

Foto: Luigi Chiesa, lizenziert unter cc-by-sa-3.0

zu erwartende elektrochemische Element aus einer Wasserstoff- und einer Aluminiumhalbzelle mit einer deutlich geringeren Potentialdifferenz vorliegt.

Historisch war die Oxidation des Kupfers zum Kupferoxid durch Luftsauerstoff die Voraussetzung dafür, dass eine Zellspannung von 1,1 V erreicht werden konnte. Ohne Luftsauerstoff beträgt die Zellspannung nur zwischen 0,39 V und 0,75 V, je nach pH-Wert.

3 Das Leclanché-Element

Das von Georges Leclanché 1860 entwickelte Element stellt den Beginn der modernen Batterie-Entwicklung dar. Die Kathode des Leclanché-Elements besteht aus Zink, die Anode aus Mangandioxid (Braunstein), als Elektrolyt dient eine gesättigte Ammoniumchlorid-Lösung. Die Zink-Kathode wurde in Form eines Bechers in die Batterie eingebaut. Das aufgrund der Elektrolyt-Lösung „nasse“ Element war sehr erfolgreich. Wesentliche Verbesserungen wurden erzielt, indem der Elektrolyt mit Weizenstärke geliert wurde. Nachteile blieben jedoch, dass der Zinkbecher im Laufe der Stromentnahme abgebaut und damit undicht wurde und der Zinkbecher durch Amalgieren vor der Oxidation geschützt werden musste. Die Leclanché-Zelle ist immer noch im Handel erhältlich und, da quecksilberfrei, auch problemlos z. B. mit einer Metallsäge zu öffnen, um den Aufbau selbstständig zu ergründen.

Unser Aufbau besteht aus einer Zinkblech-Elektrode und einer Kohle-Plattenelektrode (Abb. 3). Auf die Zinkblech-Elektrode wird ein in Ammoniumchlorid-Lösung getränktes und passend geschnittenes Stück Bierdeckel als Separator gelegt, darauf eine Paste aus Braunstein, Weizenstärke und Wasser gestrichen. Der Stapel wird mit einer Rea-

genzglasklammer fixiert. An den beiden Elektroden kann nun eine Spannung abgegriffen werden. Man nimmt eine Entladekurve auf oder betreibt einen kleinen Solarmotor mit der Batterie.

Für das Leclanché-Element existieren geeignete Modellexperimente, die die Batterie in einem Becherglas nachstellen. Die Ähnlichkeit zum käuflichen Leclanché-Element springt damit sofort ins Auge, der Verbrauch an Chemikalien ist jedoch relativ hoch. Bei unserer Variante mit der Zinkblech- und Kohle-Plattenelektroden ist der Chemikalienverbrauch deutlich geringer und dennoch lässt sich der Solarmotor eine ganze Zeit lang betreiben. Die Einfachheit und geringe Größe des Aufbaus beeindruckt Schülerinnen und Schüler, allerdings ist die Ähnlichkeit zu den bekannten Batterien in diesem Modell-experiment nur noch wenig ausgeprägt.

4 Die Alkali-Mangan-Batterie

Die Alkali-Mangan-Batterie ist eine Weiterentwicklung des Leclanché-Elements. Auch hier werden Zink und Mangandioxid als Elektrodenmaterial verwendet. Zink wird allerdings nicht als Zinkblech, sondern als Zinkflitter eingesetzt, Elektrolyt ist Kalilauge. Die Konstruktion der Alkali-Mangan-Batterie wurde im Vergleich zum Leclanché-Element umgekehrt: Das Anodenmaterial befindet sich hier in gepresster Form im Inneren der Batterie. Die Stromableitung wird durch einen Messing- oder Kupfer-Stab gewährleistet. Um die Anode herum befindet sich das Kathodenmaterial, Mangandioxid. Die Alkali-Mangan-Batterie liefert aufgrund des gleichen Materials die gleiche Ruhespannung wie das Leclanché-Element, kann aber aufgrund der größeren Oberfläche des Zinkflitters und der höheren Leitfähigkeit des Elektrolyts mit einer deutlich höheren Stromstärke belastet werden.

Der Aufbau des von uns entwickelten Modellexperiments zur Alkali-Mangan-Batterie ähnelt dem des Leclanché-Elements. Als Elektroden dienen eine Zinkplattenelektrode und eine Plattenelektrode aus Eisen, der Elektrolyt ist Kalilauge. Als Separator wurde der Bierdeckel durch eine vierfache Lage aus einem Papierhandtuch ersetzt. Die Qualität der Ergebnisse hängt nach unserer Erfahrung sehr davon ab, wie gut die Platten aufeinandergepresst werden und wie gleichmäßig die Paste verteilt wird. Die Paste muss zunächst etwas zu flüssig sein, da das Papier zunächst Feuchtigkeit aufsaugt. Es lohnt sich, hier einige Versuche durchzuführen, da durchaus Spannungen, die der Literatur entsprechen, gemessen werden können!

Zur Alkali-Mangan-Zelle gibt es eine interessante Folge der „Sendung mit der Maus“, die sich gut im Unterricht einsetzen lässt.

5 Der Blei-Akkumulator

Zeitgleich mit dem Leclanché-Element wurde um 1860 der Bleiakkumulator entwickelt. Dieser ist in den heute verwendeten Bauformen immer noch einer der leistungsfähigsten Akkumulatoren mit einer spezifischen Energie von bis zu 30 Wh/kg.

Als Inbegriff des Akkumulators darf er bei Experimenten zu Batterien und Akkumulatoren nicht fehlen. Der Siegeszug des Blei-Akkumulators als Starterbatterie für Autos ist verständlich, wenn man seine Vorteile betrachtet. Er ist zuverlässig und erträgt hunderte oder tausende von Lade-Entlade-Zyklen. Bei verschlossener und gasdichter Konstruktion ist er zudem wartungsfrei. Allerdings schränkt die relativ geringe Energiedichte den Einsatz des Blei-Akkumulators als Traktionsbatterie deutlich ein.

Im Experiment, welches in dieser Form vielen Leserinnen und Lesern sicher vertraut ist, besteht der Blei-Akkumulator aus zwei Bleiplatten, die berührungsfrei in einem kleinen Becherglas stehen. An die Platten wird eine Gleichspannung angelegt. Nach mehreren Lade- und Entladezyklen kann mit dem Aufbau ein kleiner Solarmotor betrieben werden. Das Experiment kann auch als Schülerexperiment durchgeführt werden, wenn dafür gesorgt wird, dass die Bleiplatten nicht mit der Hand angefasst werden. Die Platten dürfen selbstverständlich auch nicht geschmirgelt werden. Die verwendete Schwefelsäure wird hierbei zwar in geringem Maße durch Blei-Ionen verunreinigt, kann für das Experiment aber immer wieder verwendet werden.

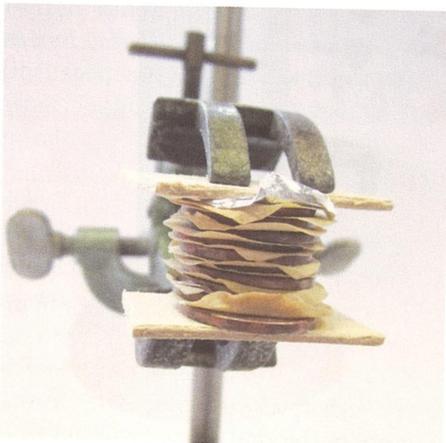


Abb. 2: Experimenteller Aufbau der Volta'schen Säule

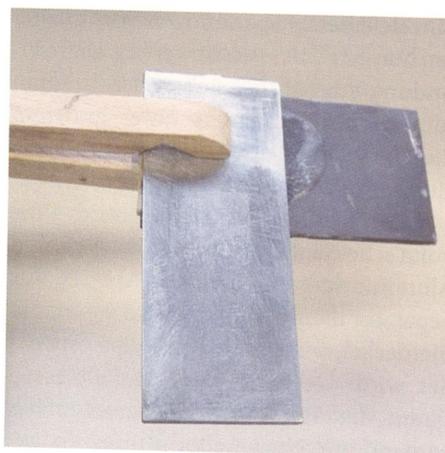


Abb. 3: Experimenteller Aufbau des Leclanché-Elements

6 Der Nickel-Cadmium-Akkumulator

Der Nickel-Cadmium-Akkumulator war bis zur Entwicklung des Lithium-Ionen-Akkumulators, der endlich kommerziell nutzbar die magische Grenze von 100 Wh/kg spezifischer Energie überschreiten konnte, mit einer spezifischen Energie von 50 Wh/kg lange Zeit der beste Akkumulator.

Als Ersatz für die zylindrischen kleinen Batterien z. B. der Baugrößen AA und AAA war der Nickel-Cadmium-Akkumulator nahezu ubiquitär. Er liefert mit einer Ruhespannung von 1,2 V zwar eine etwas niedrigere Spannung als eine Zink-Braunstein-Zelle, dies stellt für die meisten Geräte jedoch kein Problem dar. Der Nickel-Cadmium-Akkumulator überzeugt durch Robustheit und Belastbarkeit [2]. Er kann bis zu 2000 mal wieder aufgeladen werden und auch eine vollständige Entladung schadet ihm nicht. Wegen des Cadmiums ist seit 2009 das Inverkehrbringen des Nickel-Cadmium-Akkumulators mit Ausnahme für Not- oder Alarmsysteme, Notbeleuchtung, medizinische Ausrüstung und schnurlose Elektrowerkzeuge verboten. Aufgrund der großen Verbreitung des Nickel-Cadmium-Akkumulators haben wir uns dennoch entschlossen, ihn in die Reihe der Experimente aufzunehmen. Dabei ist besonders beeindruckend, welche Leistung dieser sehr einfache Aufbau bereits ermöglicht.

Im Modellexperiment besteht der Nickel-Cadmium-Akkumulator aus einer Nickel- und einer Cadmium-Elektrode, die berührungsfrei in einem kleinen Becherglas mit Kalilauge ($c = 5 \text{ mol/L}$) stehen. Der Akkumulator wird aufgeladen, indem die Nickel-Elektrode mit dem Plus-Pol und die Cadmium-Elektrode mit dem Minus-Pol einer Spannungsquelle verbunden werden und etwa 2 Minuten lang eine Spannung von 2 V angelegt wird. Dabei bilden sich am Minus-Pol Cadmium und am Plus-Pol Nickeloxid-Hydroxid. Beim Entladevorgang entstehen an beiden Elektroden die entsprechenden Hydroxide.

Auch bei diesem Experiment dürfen die Cadmium-Platten selbstverständlich weder mit den Händen angefasst noch geschmirgelt werden. Sinnvoll ist es, sie aus dem Aufbewahrungsgefäß direkt mit den zu verwendenden Krokodilklemmen zu entnehmen. Aufgrund des sehr geringen Löslichkeitsproduktes von Cadmiumhydroxid ($K_L(\text{Cd}(\text{OH})_2) = 2,3 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}$) ist die Konzentration von Cadmium-Ionen in der Kalilauge sehr gering ($c(\text{Cd}^{2+}) = 9,2 \cdot 10^{-16} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$). Dennoch muss die Kalilauge im Abfall für schwermetallhaltige

Lösungen entsorgt oder besser noch für weitere Versuche aufbewahrt werden.

7 Der Nickel-Metallhydrid-Akkumulator

Der Nickel-Metallhydrid-Akkumulator konnte den schwermetallhaltigen Nickel-Cadmium-Akku für einige Zeit ablösen. Im Nickel-Metallhydrid-Akkumulator ist die Cadmium-Elektrode durch eine wasserstoffspeichernde Legierung ersetzt (Abb. 4). Besitzt die wasserstoffspeichernde Legierung das gleiche Potenzial wie die Cadmium-Elektrode, ist der Nickel-Metallhydrid-Akkumulator ein idealer Ersatz für den Nickel-Cadmium-Akku, da er über eine größere Kapazität und eine längere Lebensdauer verfügt. Beim Laden des Nickel-Metallhydrid-Akkus wird an der Kathode Wasserstoff erzeugt, der sofort in das Metallgitter aufgenommen wird. Beim Entladen wird der Wasserstoff an der Elektrode wieder oxidiert. An der Nickel-Elektrode finden die gleichen Reaktionen statt wie beim Nickel-Cadmium-Akkumulator.

Die höhere Leistung des Nickel-Metallhydrid-Akkus wird nur durch einen ungleich komplizierteren Aufbau erreicht. Dies schlägt sich auch in dem von uns vorgeschlagenen Versuch nieder: Hier wird der Wasserstoff an der Platinelektrode entwickelt, der Wasserstoff geht am Platin in Lösung. Zwischen der Platin- und der Nickel-Elektrode ist eine Spannungsmessung ermöglicht, aber schon beim Betrieb des Solarmotors ist der aufgebaute Akku überfordert ist \rightarrow der Solarmotor zuckt nur kurz!

Da den Schülerinnen und Schülern aus der vorangegangenen Unterrichtsreihe zur Elektrochemie die Wasserstoff-Elektrode bekannt ist, bereitet das Verständnis des Versuchsaufbaus in der Regel keine Schwierigkeiten. Probleme entstehen für die Lernenden häufig bei der wasserstoffspeichernden Legierung.

8 Experimente

Experiment 1: Die Volta'sche Säule

Geräte: Filterpapier, Bierdeckel, Messgerät, Kabel, Klemme

Chemikalien: Aluminiumfolie, 5-Cent-Stücke, Haushaltssessig (5% c(Essigsäure) entsprechend ca. $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

Durchführung:

1. Aus der Aluminiumfolie und dem Filterpapier werden so viele Kreise ausgeschnitten, wie Münzen vorhanden sind. Die Kreise aus Filterpapier sollten etwas größer sein als die 5-Cent-Stücke. Aus dem Bierdeckel werden zwei Kreise geschnitten.

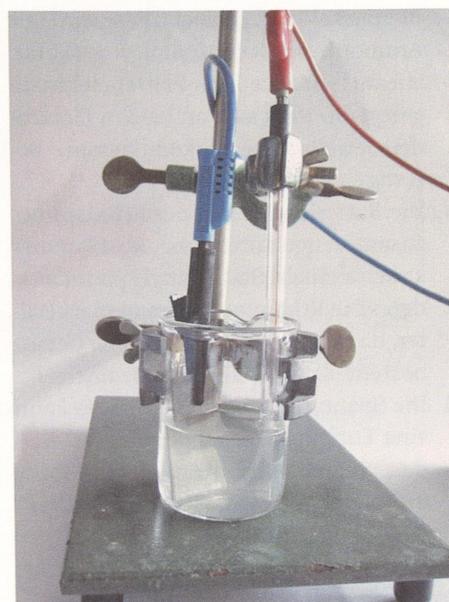


Abb. 4: Experimenteller Aufbau des Nickel-Metallhydrid-Akkumulators

2. Nun wird gestapelt: ein Bierdeckel-Kreis, dann immer Münze/Filterpapier/Alufolie usw., als Abschluss wieder ein Bierdeckel-Kreis. Der ganze Stapel wird in einer Klemme fixiert und etwas zusammengesprengt.
3. Die gesamte Säule wird mit Essig übergossen, so dass die Filterpapiere alle getränkt sind.
4. Zwischen der Münze am einen Ende der Säule und der Aluminiumfolie am anderen Ende wird die Spannung gemessen.

Weitere Sicherheitshinweise: Kupferacetat: Die Münzen sollten nach der Durchführung des Versuches abgespült werden, damit sich kein Kupferacetat bildet.
Entsorgung: Hausmüll

Experiment 2: Das Leclanché-Element

Geräte: Stativ mit Klemme und Muffe, 2 kleine Bechergläser, Reagenzglasklammer, Solarmotor, Messgerät, Kabel, Krokodilklemmen, Bierdeckel

Chemikalien: Aluminiumchlorid, Mangan-dioxid (Xn, gesundheitsschädlich), Zinkblech-Elektrode, Kohle-Plattenelektrode, Stärke

Durchführung:

1. Die Elektroden werden blank geschmirgelt, aus dem Bierdeckel wird eine Platte geschnitten, die etwas kürzer ist als die Elektroden.
2. Es wird eine Mischung aus Mangan-dioxid, Wasser und Stärke angerührt, so dass eine zähe Paste entsteht, im zweiten Becherglas wird eine gesättigte Ammoniumchlorid-Lösung hergestellt.
3. Die Kohlelektrode wird mit der Mischung bestrichen, darauf wird die

Bierdeckel-Platte gelegt. Diese wird mit Ammoniumchlorid-Lösung getränkt. Hierauf wird die Zink-Plattenelektrode gelegt, so dass sich an beiden Elektroden jeweils eine Krokodilklemme befestigen lässt.

- Die Batterie wird mit der RG-Klammer zusammengehalten, die RG-Klammer kann in einem Stativ eingespannt werden. (Die RG-Klammer fungiert als Halter, da bei zu großem Druck die Gefahr besteht, dass die Kohleplatte bricht.)
- Die Spannung wird gemessen, es kann eine Entladekurve aufgenommen werden, hierzu wird parallel ein Solarmotor oder ein Widerstand geschaltet.

Entsorgung: abgekratzte Paste und Bierfilz: Feststoffabfall

Experiment 3:

Die Alkali-Mangan-Batterie

Geräte: Stativ mit Klemme und Muffe, kleines Becherglas, Papierhandtuch (4-lagig, Laborbedarf), Pasteurpipette, Reagenzglasklammer, Solarmotor, Messgerät, Kabel, Krokodilklemmen

Chemikalien: Kalilauge ($c = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, C, ätzend), Mangandioxid (Xn, gesundheitsschädlich), Zinkblech-Elektrode, Eisenblech-Elektrode

Durchführung:

- Die Elektroden werden blank geschmirgelt.
- Es wird eine Mischung aus 1 mL Kalilauge und 1,5 g Mangandioxid ange-rührt.
- Die Eisenelektrode wird dünn mit der Mischung bestrichen, darauf wird eine Lage des vierlagigen Papiers gelegt, dieses wird mit Kalilauge gut befeuchtet, hierauf wird die Zinkelektrode gelegt. Es ist sinnvoll, die beiden Elektroden im 90° -Winkel aufeinanderzulegen, da sich dann problemlos die Spannung messen lässt.
- Die Batterie wird mit der RG-Klammer zusammengehalten und dann in eine Stativklemme fest eingespannt (die RG-Klammer fungiert vor allem als Isolator).
- Die Spannung wird gemessen, es kann eine Entladekurve aufgenommen werden, hierzu wird parallel ein Solarmotor oder ein Widerstand geschaltet.

Entsorgung: Feststoffabfall

Experiment 4: Der Blei-Akkumulator

Geräte: Becherglas 50 mL, 2 Bleibleche, Spannungsquelle, Kabel, 2 Krokodilklemmen, Verbraucher (z. B. Solarmotor)

Chemikalien: Schwefelsäure ($c = \text{etwa } 2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, C, ätzend, Xi, gesundheitsschädlich; Batteriesäure, siehe Entsorgung)

Durchführung:

- Die Bleibleche werden berührungsfrei in das Becherglas mit Schwefelsäure gestellt.
- Es wird eine Spannung von 2,5 V für etwa 2 Minuten angelegt.
- Nach dem Abschalten der Spannungsquelle werden die Elektroden
 - über ein Voltmeter
 - über den Verbraucher (Glühlampen bzw. Solarmotor) miteinander verbunden

Der Versuch wird mehrfach wiederholt, dabei reicht es, wenn die Spannung jeweils nur für 1 min angelegt wird.

Weitere Sicherheitshinweise: Die Bleibleche dürfen keinesfalls geschmirgelt werden und sollten auch nach Möglichkeit nicht mit den Händen angefasst werden, diese sind ansonsten unmittelbar zu waschen.

Entsorgung: entfällt bei Beachtung der Sicherheitshinweise

Experiment 5:

Der Nickel/Cadmium-Akkumulator

Geräte: Becherglas 50 mL, Nickelnetz, Cadmiumblech, Spannungsquelle, Kabel, 2 Krokodilklemmen, Verbraucher (z. B. Solarmotor), Universalmessgerät

Chemikalien: Kalilauge ($c = 5 \text{ mol/L}$, C, ätzend, Xn, gesundheitsschädlich)

Durchführung:

- Die Elektroden werden berührungsfrei in das Becherglas mit Kalilauge gestellt.
- Die Nickelelektrode wird an den Plus-Pol der Spannungsquelle, das Cadmiumblech an den Minuspol angeschlossen. Es wird 2 min mit $U = 2 \text{ V}$ elektrolysiert (Elektrolyt: Kalilauge).
- Die Nickel- und die Cadmiumelektrode werden über das Universalmessgerät miteinander verbunden, die Spannung gemessen und die Polung beobachtet.
- Nach erneutem Elektrolysieren wird ein Verbraucher angeschlossen.

Weitere Sicherheitshinweise: Die Cadmiumelektrode darf keinesfalls geschmirgelt werden, da Cadmiumstäube sehr giftig sind! Es besteht für alle Cadmiumverbindungen außer Cadmiumsulfat in der Schule Verwendungsverbot. Da in diesem Versuch jedoch keine gelösten Stoffe oder Stäube anfallen, sondern das entstehende Hydroxid fest auf der Elektrode haftet, ist eine Durchführung als Lehrerversuch unseres Erachtens möglich.

Entsorgung: Da eine Kontamination durch Schwermetall-Ionen nicht ausgeschlossen werden kann, wird die Kalilauge in das Abfallgefäß „schwermetallhaltige Lösungen“ gegeben.

Experiment 6:

Der Nickel/Metallhydrid-Akkumulator

Geräte: Becherglas 50 mL, Nickelnetz (in Elektrochemiekästen enthalten, i. d. R. palladiert), Platinelektrode, Stromquelle, Universalmessgerät, 2 Kabel, Krokodilklemme

Chemikalien: Kalilauge ($c = 5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, C, ätzend, Xn, gesundheitsschädlich)

Durchführung:

- Die Elektroden werden in ein Becherglas mit 25 mL Kalilauge gestellt, dabei sollte die Nickelelektrode wegen möglicher Kontaktallergien nicht mit der Hand angefasst werden.
- Es wird ca. 2 min bei 2 V elektrolysiert, dabei wird das Nickelnetz als Anode (Plus-Pol) und die Platinelektrode als Kathode (Minus-Pol) geschaltet.
- Die Kabel werden von der Spannungsquelle getrennt und mit dem Universalmessgerät (Messbereich: 2 V=) verbunden.
- Es wird eine Entladekurve aufgenommen (Spannung gegen Zeit, Intervalle: zu Beginn 30 s, später 5 min)

Literatur

- [1] M. Sina, *Lernstraßen im Chemieunterricht – fachlich anspruchsvolle Gegenstände schülerorientiert erarbeiten*. PdN-ChiS 2, 56 (2007)
- [2] M. Tausch, M. von Wachtendonk u. a., *Chemie 2000+ Band 2*. C. C. Buchners Verlag, Bamberg (2004)
- [3] M. Hasselmann, M. Oetken, *Elektrische Energie aus dem Kohlenstoffsandwich Lithium-Ionen-Akkumulatoren auf Basis redoxamphoterer Graphitintercalations-Elektroden*. Chemkon 4, S. 160–172 (2011)
- [4] L. F. Trueb, P. Rüetschi, *Batterien und Akkumulatoren. Mobile Energiequellen für heute und morgen*. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg (1998)
- [5] C. H. Hamann, W. Vielstich u. a., *Elektrochemie*. Wiley-VCH Weinheim (1998)
- [6] H.-A. Kiehne u. a., *Batterien. Grundlagen und Theorie, aktueller technischer Stand und Entwicklungstendenzen*. expert Verlag Renningen (2003)

Anschriften der Verfasser

Manuela Raida, Freiherr-vom-Stein-Gymnasium, Morsbroicher Str. 77, 51375 Leverkusen, E-Mail: m.raida@netcologne.de
 Martin Sina, Ville-Gymnasium, Schwalbenstr. 1, 50374 Erftstadt, E-Mail: mail@msina.de