

Experimente und weiterführende Aufgaben Chemie – Übersicht

Experimente und weiterführende Aufgaben Chemie CH-EX Nr.	Thema	Niveau	Kapitel	Seitenbezug
1	Modellversuch zum Autokatalysator	B Mittelstufe	4	16
2	Kalorimeter und Wärmekapazität	B Mittelstufe	4	19
3	Satz von Hess: Bestimmung der Reaktionsenthalpie	B Mittelstufe	4	21
4	Betrieb einer Brennstoffzelle	B Mittelstufe	6.3	45
5	Volta-Element – Die Idee des Herrn Volta	B Mittelstufe	7.1	55
6	Elektrolyse einer Zinkbromidlösung an Kohlelektroden und deren Umkehrung	B Mittelstufe	7.1	55
7	Wie ist eine Taschenlampenbatterie aufgebaut?	B Mittelstufe	7.1	56
8	Blei-Akkumulator Wieder verwenden statt wegwerfen	B Mittelstufe	7.1	56
9	Recycling von Akkuschrott	B Mittelstufe	7.1	57
10	Lithium-Ionenbatterie Leistungswunder durch Lithium-Ionen	C Oberstufe	7.1	58
11	Nickel/Metallhydrid-Akku(mulator)	C Oberstufe	7.1	59

B Mittelstufe

Modellversuch zum Autokatalysator – Lösungshinweise

Beobachtung Bei der erneuten Betätigung der Gaszufuhr des Feuerzeuges entzündet sich das Gas ohne die Verwendung des Feuersteines.

Aufgaben zur Auswertung Die Funktionsweise des Autokatalysators
Die Verbrennungsgase aus dem Motor werden durch ein Metallgehäuse über den Auspuff an das hintere Ende des Fahrzeuges geleitet. Der Autoabgaskatalysator ist zwischen Motor und Auspuff geschaltet.
Die Abgase werden über einen wabenförmigen Körper geleitet. Dieser enthält eine große Anzahl von Kanälen in Durchstromrichtung, die zu einem Großteil aus hitzebeständigem Keramikmaterial bestehen.
Die Vielzahl der kleinen Röhren, dienen wie auch die vorhandenen Erhebungen in der Zwischenschicht der effektiven Oberflächenvergrößerung. Als wichtigste Schadstoffe im Abgas sind Kohlenstoffmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffe (z. B. das krebserregende Benzol) und Stickstoffoxide zu nennen. Die Umwandlung in ungiftige Reaktionsprodukte (Stickstoff, Kohlenstoffdioxid, Wasser) erfolgt im Idealfall bei 450–550 °C an der Oberfläche des Wabenkörpers, der mit Platin und Rhodium beschichtet ist.

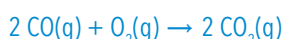
Die Schadstoffmoleküle werden auf ihrem Weg durch die dünnen Kanäle des Wabenkörpers zusammen mit Sauerstoff an die Edelmetallschicht angelagert und reaktionsbereit gemacht. Dies soll anhand des Modellversuches verdeutlicht werden.

Je nach Art der vorliegenden Schadstoffe sind aber unterschiedliche Reaktionsbedingungen erforderlich. Kohlenwasserstoffe und Kohlenstoffmonoxid müssen am Katalysator mit Sauerstoffüberschuss oxidiert werden (oxidierende Bedingungen):

Benzol und Sauerstoff reagieren zu Kohlenstoffdioxid und Wasser

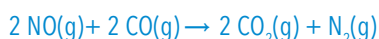


Kohlenstoffmonoxid und Sauerstoff reagieren zu Kohlenstoffdioxid



Andererseits muss zur Umwandlung der Stickstoffoxide am Katalysator Sauerstoffmangel herrschen (reduzierende Bedingungen). Als Reduktionsmittel dient Kohlenstoffmonoxid, welches ohnehin oxidiert werden soll:

Stickstoffmonoxid und Kohlenstoffmonoxid reagieren zu Stickstoff und Kohlenstoffdioxid



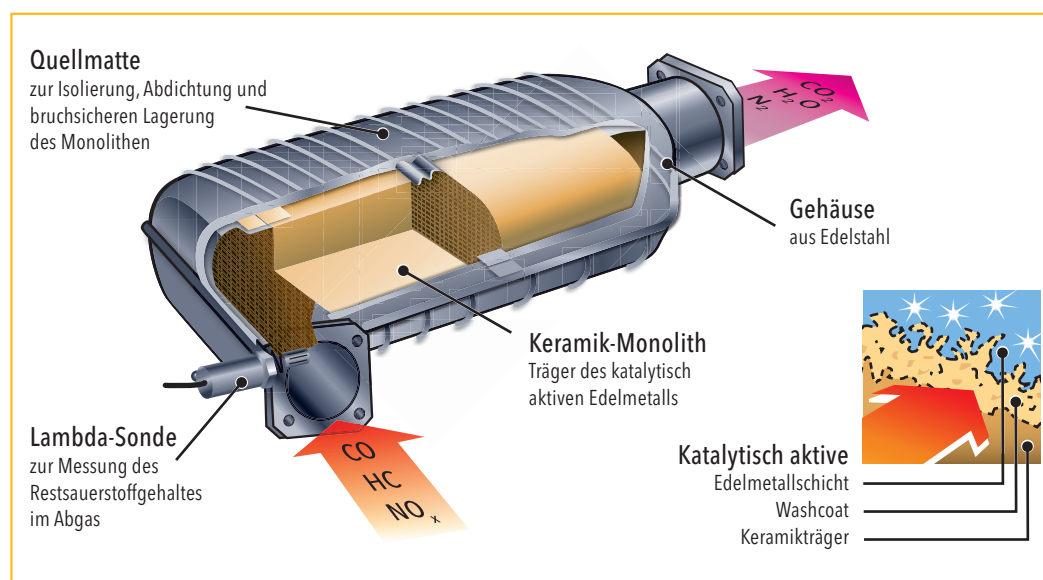
B Mittelstufe

Modellversuch zum Autokatalysator – Lösungshinweise

Aufgaben zur
Auswertung

Die Einstellung dieser gegensätzlichen Reaktionsbedingungen wird durch eine elektronische Regelung erreicht. Mit einer Messsonde (Lambda-Sonde), welche die Sauerstoffkonzentration misst, wird der Luftbedarf ermittelt, der zur optimalen Verbrennung des Kraftstoffes notwendig ist. Auf diese Weise kann der geregelte Katalysator unter günstigen Bedingungen etwa 90 Prozent der Schadstoffe beseitigen.

Aufbau eines Autoabgaskatalysators¹



Nachteile eines Autoabgaskatalysators

Im Vergleich zu einem mit Sauerstoffüberschuss betriebenen Motor bewirkt der Katalysator einen etwas höheren Kraftstoffverbrauch und eine etwas geringere Motorleistung. Des Weiteren ist die Platinschicht empfindlich gegen Überhitzung sowie so genannte Katalysatorgifte, wie z. B. Verunreinigung im Kraftstoff oder im Motoröl, Zusätze wie Blei und Abriebteilchen aus dem Motor. Diese Katalysatorgifte bewirken eine Inaktivierung des Abgaskatalysators. Daher sollte nach ca. 80.000 Kilometern ein Abgaskatalysator ausgetauscht werden.

Bei niedrigen Temperaturen, besonders nach dem Starten eines länger gestandenen Fahrzeugs, ist der Umsatz am Katalysator äußerst gering. Für die Schadstoffumwandlung benötigt der Autoabgaskatalysator die richtige Betriebstemperatur, und diese ist zum Teil erst nach einer Fahrstrecke von zehn Kilometern erreicht.

Weiterführende
Aufgabe

Industrielle chemische Prozesse, bei denen Katalysatoren eine wichtige Rolle spielen:

- Haber-Bosch-Verfahren
- Ostwaldverfahren
- Kontaktverfahren
- Darstellung von Methanol

¹ Quelle: www.kat-guru.de

B Mittelstufe

Kalorimeter und Wärmekapazität – Lösungshinweise

Material

Beispiele einfacher Kalorimeter:

- Trinkbecher aus Polystyrol
- Becherglaskalorimeter: In ein 600 mL Becherglas wird ein 250 mL Becherglas gestellt. Der Zwischenraum wird mit Polystyrolkugeln ausgefüllt.
- Polystyrolbecher werden mit isolierender Verpackungsfolie umwickelt und in eine Polystyrolhülle gesteckt.
- Dewargefäße
- Thermoskannen

Die Mischtemperatur lässt sich theoretisch wie folgt ermitteln:

$$T_m = \frac{(T_1 m_1 + T_2 m_2)}{(m_1 + m_2)}$$

Aufgaben

zur Auswertung

Über die Abweichung von der theoretischen Mischtemperatur lässt sich die Wärmekapazität berechnen:

Die von der Wassermenge und dem Kalorimeter abgegebene Wärmemenge ist gleich der von der Wassermenge aufgenommenen Wärmemenge.

$$(c_1 m_1 + C_k)(T_m - T_1) = c_2 m_2 (T_2 - T_m)$$

$$\Leftrightarrow k = \frac{(c_2 m_2 (T_2 - T_m))}{(T_m - T_1) - c_1 m_1}$$

- Schüler/innen erkennen die Eignung verschiedener Aufbauten.
- Schüler/innen diskutieren das Isolationsvermögen bestimmter Materialien und Verwendungsmöglichkeiten im Alltag.

B Mittelstufe

Satz von Hess: Bestimmung der Reaktionsenthalpie – Lösungshinweise

Auswertung

Die Reaktionswärme wird kalorimetrisch bestimmt.

Die bei einer Reaktion abgegebene bzw. aufgenommene Wärmemenge ist gleich der Änderung der Enthalpie ΔH . Die Energiebilanz wird jeweils für das System aufgestellt.

Grundlage der Messung ist die kalorische Grundgleichung:

$$q = C \cdot \Delta T$$

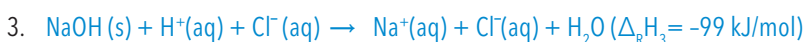
(q: vom Kalorimeter aufgenommene bzw. abgegebene Wärmemenge, C: Wärmekapazität des Kalorimeters, ΔT : Temperaturänderung des Kalorimeters)

Die Wärme q wird im Versuch durch Mischen bekannter Stoffmengen von NaOH und einer Säure im Kalorimeter produziert. Die Wärmekapazität C des Kalorimeters lässt sich auf die in CH-EX2 beschriebene Weise bestimmen.

Nach dem Satz von Hess entspricht die Enthalpieänderung einer Gesamtreaktion der Summe der Enthalpieänderungen der zugrunde liegenden Einzelreaktionen (vgl. Textheft Seite 21 f.).

Die Reaktionsenthalpie einer Reaktion ist also konstant, unabhängig davon, ob sie in einem Schritt oder über Zwischenstufen abläuft.

Die Reaktionsenthalpien der beiden Teilschritte addieren sich zur Reaktionsenthalpie der Gesamtreaktion.



$$\Delta_{\text{R}}H_3 = \Delta_{\text{R}}H_1 + \Delta_{\text{R}}H_2 = -43 \text{ kJ/mol} + (-56 \text{ kJ/mol}) = -99 \text{ kJ/mol}$$

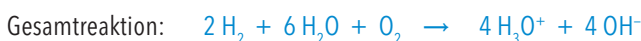
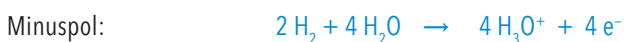
B Mittelstufe

Betrieb einer Brennstoffzelle – Lösungshinweise

Auswertung

Bei der Brennstoffzelle handelt es sich um ein galvanisches Element.

Die beiden Elektroden wirken als Redox-Katalysatoren. Es laufen folgende Redoxvorgänge ab:



Anschließend reagieren Oxonium-Ionen und Hydroxid-Ionen zu Wasser. Damit ist die Gesamtreaktion die der bekannten Verbrennung von Wasserstoff in Gegenwart von Sauerstoff:



Bei dem beschriebenen galvanischen Element handelt es sich um die so genannte Knallgaszelle. Hier wird unter Vermittlung von katalytisch wirkenden Elektroden aus Edelmetallen wie Platin der Prozess, der bei einer Verbrennung oder Knallgasreaktion ungebrems abläuft, so gesteuert, dass die nahezu gesamte Reaktionsenergie bei der Verbrennung von Wasserstoff nicht als Wärme frei wird, sondern als elektrische Energie abgefangen werden kann. Als Reaktionsprodukt entsteht nur Wasser.

Es lassen sich Spannungen um 1,23 Volt erhalten.

Durch geschickte technische Anordnung (z. B. durch Reihenschaltung mehrerer Zellen) können höhere Spannungen erzielt werden.

Auch bei stärkerem Stromfluss treten keine Polarisierungen und Grenzschichten auf, die von ionischen Edukten nicht durchwandert werden können, da an den Elektronenübertragungsreaktionen nur Nichtmetalle bzw. deren ungeladene Verbindungen beteiligt sind. Die Vorgänge an den Elektrodenoberflächen sind so ausschließlich diffusionsbestimmt. Im Gegensatz zu anderen galvanischen Elementen wie dem Blei-Akku, sind daher bei einer Brennstoffzelle die energieliefernden Prozesse nahezu unabhängig von der Stromentnahme. Erst wenn die Leistungsanforderungen zu hoch werden, gelangen auch durch Diffusion nicht ausreichend Edukte an die Oberfläche, so dass die Spannung und Leistung der Brennstoffzelle abnimmt.

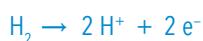
B Mittelstufe

Membranbrennstoffzelle

Beim kontinuierlichen Betrieb der Brennstoffzelle, wie beim Einsatz im Automobil, ist die Abfuhr des Reaktionsprodukts problematisch. Daher ist hierfür eine besondere Konstruktion der Zelle erforderlich. Man trennt die Reaktionsräume durch eine Kationenaustauscher-Membran ab, die nur für Protonen durchlässig ist. Die Membran dient hier als Elektrolyt.

Als Membran verwendet man sulfonierte Fluorkohlenwasserstoffpolymere. Sie sind nur wenige zehntel Millimeter dick. Eine Untereinheit besteht aus einer Membran, die beidseitig mit Platin beschichtet ist. Auf jeder Seite ist eine gasdurchlässige Elektrode angebracht, die mit dem Platin Kontakt hat, der als Katalysator dient.

Auf der Seite der Anode wird Wasserstoff eingeleitet. Dieser bekommt Kontakt mit dem Platin und gibt Elektronen an die Elektrode ab.



Die Protonen wandern durch die Kationenaustauscher-Membran in Richtung Kathode. Die Elektronen wandern durch den äußeren Stromleiter zum elektrischen Verbraucher und anschließend zur Kathode. Dort reduzieren sie den eingeleiteten Sauerstoff:



Das Wasser wird mit der Luft, die nicht verbraucht wurde, als Wasserdampf ausgestoßen. Gefördert wird dies durch die hohe Betriebstemperatur von 90 °C.

Die Wirkungsgrade der Zellen liegen zwischen 50 und 80 Prozent.

B Mittelstufe

Volta-Element – Die Idee des Herrn Volta – Lösungshinweise

Auswertung

Ein einzelnes Al/Cu-Element besitzt unter Standardbedingungen ein Potenzial von 1,3 Volt. Wegen der nicht planaren Oberfläche der Münzen sowie der schnellen Verdunstung der Elektrolytlösung kann dies von den gebauten Zellen jedoch nicht erreicht werden. Wenn einzelne Zellen in Reihe geschaltet werden, addieren sich die Einzelspannungen. Unter optimalen Bedingungen könnte theoretisch eine Gesamtspannung von 26 Volt erreicht werden. Wegen der oben genannten Gründe und durch das Überlappen einiger Filterpapiere (Kurzschluss) kann diese nicht erreicht werden. Insgesamt lässt sich eine Spannung von ca. 5,8 Volt erzeugen.

Redoxreaktion:

Oxidation: $2 \text{Al} \rightarrow 2 \text{Al}^{3+} + 6 \text{e}^-$ (Minuspol)

Reduktion: $3 \text{Cu}^{2+} + 6 \text{e}^- \rightarrow 3 \text{Cu}$ (Pluspol)

Gesamtreaktion: $2 \text{Al} + 3 \text{Cu}^{2+} \rightarrow 2 \text{Al}^{3+} + 3 \text{Cu}$

Der Physiker Alessandro Volta (1745–1827) war mit Hilfe der „Volta’schen Säule“ in der Lage, kontinuierlich starke Ströme zu erzeugen. Die Säule bestand aus Kupfer- und Zinkplatten, die durch Filzscheiben (mit Elektrolytflüssigkeit) voneinander getrennt waren. Jedes einzelne Zn/Filz/Cu-Element besitzt eine Spannung von ungefähr 0,75 Volt.

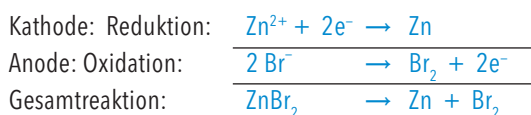
Durch Stapeln von Einzelementen zu einer Säule und Hintereinanderschalten konnten mehr als 100 Volt Spannung erreicht werden.

B Mittelstufe

Elektrolyse einer Zinkbromidlösung an Kohleelektroden und deren Umkehrung – Lösungshinweise

Auswertung

Nach einigen Minuten andauernder Elektrolyse der Zinkbromidlösung bildet sich an der Kathode (Minuspol) Zink, an der Anode (Pluspol) Brom.



Bei der Zerlegung des Zinkbromids handelt es sich um eine erzwungene Reaktion.

Die Umkehrung der Elektrolyse läuft freiwillig ab.

Die Richtung des Elektronenflusses lässt sich aus der Ausschlagsrichtung des Messinstrumentes entnehmen:

Das Messgerät „verlangt“, dass die Elektronen am – Eingang eintreten und am + Eingang wieder austreten.

Grundsätzlich muss für die Elektrolyse einer Lösung dem Potenzial der Zelle ein äußeres Potenzial entgegengesetzt werden, das mindestens so groß ist wie die elektromotorische Kraft der Zelle. Die Mindestspannung zur Durchführung einer Elektrolyse ist die Differenz der beiden Elektrodenpotenziale.

Ein Teil der elektrischen Energie wird bei der Elektrolyse in chemische Energie umgewandelt und lässt sich auf diesem Wege „speichern“. Bei Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen wird die Umkehrung der Elektrolyse und somit die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie genutzt: Sie dienen als Spannungsquelle.

B Mittelstufe

Wie ist eine Taschenlampenbatterie aufgebaut? – Lösungshinweise

Auswertung

Funktion der einzelnen Bestandteile der Monozelle:

- Kohlestab: Kathode (+)
- Zinkbecher: Anode (–)
- Ammoniumchloridlösung: Elektrolyt

Beim Versetzen des Elektrolyten mit Natriumhydroxid-Plättchen entsteht Ammoniak:



Beim Erhitzen des Elektrolyten im Reagenzglas entsteht ebenfalls Ammoniak:



Beim Betrieb der Zelle laufen folgende Reaktionen ab:



Das entstehende Ammoniak wird komplexartig an die Zink-Ionen gebunden:



- Das sich bildende NH_3 isoliert die Kohlelektrode, wodurch der Widerstand in der Zelle steigt.
Bei längerem Betrieb sinkt daher die Stromstärke.

- In Betriebspausen diffundiert NH_3 in die Zelle und bildet schwerlösliche Salze.
 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2]^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}_2(\text{s})$

- Legt man ein Leclanché-Element auf eine Heizung, so erholt es sich schneller, da die zugeführte Wärme dafür sorgt, dass die Diffusion des Ammoniaks (Konzentrationsgefälle!) beschleunigt wird, also die Batterien schneller wieder einsatzbereit sind.

- Ältere Batterien neigen eher zum Auslaufen, da der Zink-Mantel als Elektronendonator dient und verbraucht wird:



Zusätzlich wird das in der Reaktion gebildete Wasser zunehmend weniger verbraucht, weshalb mehr Wasser als Lösungsmittel entsteht, was das Auslaufen begünstigt.

- Beim Laden eines Leclanché-Elementes fände die Elektrolyse von Wasser statt.
- In nicht wiederaufladbaren Primärbatterien sind die Reaktionen bei der Entladung nicht oder nur teilweise umkehrbar. Dagegen sind in wiederaufladbaren Sekundärbatterien (Akkumulatoren) Entladereaktionen weitgehend umkehrbar, sodass eine mehrfache Umwandlung von chemischer in elektrische Energie und zurück möglich ist.

B Mittelstufe

Blei-Akkumulator – wieder verwenden statt wegwerfen – Lösungshinweise

Auswertung

Beim Eintauchen der Bleibleche in Schwefelsäure bildet sich sofort eine dünne Schicht aus weißem Bleisulfat (PbSO_4) an der Oberfläche der Bleche. Wird eine Spannung angelegt, so laufen die in der Abbildung gezeigten Elektrodenvorgänge ab. Sie sind umkehrbar (reversibel) und laufen beim Entladen in umgekehrter Richtung ab. Am Ende des Entladungsvorganges besitzt das Blech am Minus-Pol keine weiße Schicht mehr. Das Blech am Plus-Pol hat dagegen eine gelblich braune Farbe angenommen.

In ungeladenem Zustand ist zwischen den beiden Elektroden keine Spannung messbar.

Beim Laden des Blei-Akkus laufen an den Elektroden folgende Reaktionen ab:

Minuspol: $\text{Pb}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$

Pluspol: $\text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{Pb}^{4+} + 2 \text{e}^-$

Bei Gebrauch (Entladen) des Akkus laufen die Reaktionen in umgekehrter Richtung ab:

Pluspol: $\text{Pb}^{4+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Pb}^{2+}$

Minuspol: $\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2 \text{e}^-$

B Mittelstufe

Recycling von Akkuschrott – Lösungshinweise

Auswertung

Bleioxid würde als starkes Oxidationsmittel den Prozess stören, durch die Saccharose wird es aber direkt zu Blei(II)-oxid bzw. -hydroxid reduziert. Darüber hinaus ist der Rohrzucker ebenso wie seine Abbauprodukte unter den herrschenden stark alkalischen Bedingungen in der Lage, als Chelatbildner die schwerlöslichen Bleiverbindungen im Akkuschrott in Lösung zu bringen. Dies ist die Voraussetzung dafür, das Blei mit Hilfe einer Elektrolyse, bei der die elektrisch geladenen Blei(II)-Komplexe zur Kathode wandern und dort zersetzt werden, aus der Lösung zu entfernen.

Folgende Reaktion findet an der Kathode statt:



An der Anode wird Sauerstoff entwickelt sowie der Rohrzucker und seine Abbauprodukte oxidiert.

Weiterführende Aufgabe

Verfahren, die im Bereich des Recyclings von Akkuschrott (und von Batterien) angewendet werden:

- Vakuumdestillation
- Pyrolyse
- Imperial-Smelting-Prozess
- Batrec-Prozess

 C Oberstufe

Lithium-Ionenbatterie – Leistungswunder durch Lithium-Ionen – Lösungshinweise

Auswertung

Aufbau und Funktionsweise einer Lithium-Batterie: (vgl. Textheft Seite 58 f.)
Zellspannung einer Lithiumsilberbatterie (Annahme: 1-molare Lösung)

$$\Delta E^0 = \Delta E^0_{\text{Reduktion}} - \Delta E^0_{\text{Oxidation}} = 0,80\text{V} - (-3,04\text{V}) = 3,84\text{V}$$

Aufgrund der hohen Reaktivität des Lithiums sind ausschließlich aprotische, polare Lösungsmittel geeignet. Die Lithiumsalze sind aufgrund der polaren Eigenschaften sehr gut löslich, es werden jedoch keine Protonen abgespalten.

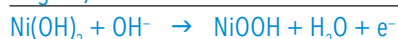
C Oberstufe

Nickel/Metallhydrid-Akku(mulator) – Lösungshinweise

Beobachtungen Das Nickelnetz färbt sich schwarz, es lässt sich eine geringe Gasentwicklung beobachten, an der Platinelektrode ist nach kurzer Zeit eine kräftigere Gasentwicklung zu beobachten.

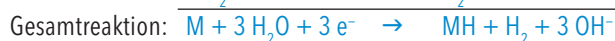
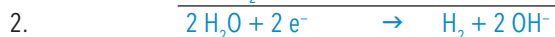
Zu Beginn der Messung beträgt die Spannung 1,4 Volt, diese sinkt recht schnell auf ca. 1,2 Volt ab, um dann langsam weiter zu sinken.

Deutung Die Schwarzfärbung deutet auf das entstehende Nickel(III)-oxyhydroxid NiOOH hin (Nickel(II)-hydroxid ist grün).



Bei der Gasentwicklung handelt es sich um geringe Mengen Sauerstoff, obwohl die Sauerstoffbildung gehemmt ist.

An der Platinelektrode bildet sich das Metallhydrid, d. h. es wird Wasserstoff gebildet. Dieser löst sich im Platin der Elektrode. Ist die Elektrode gesättigt entweicht Wasserstoff.



1,4 Volt entspricht der Leerlaufspannung des Akkumulatortyps, 1,2 Volt der Spannung unter Last. Da es sich in diesem Modellversuch um einen sehr leistungsschwachen Aufbau handelt (gemessene Stromstärke: 0,4 mA), reicht der geringe Widerstand des Messgerätes aus, um bereits nach kurzer Zeit den Lastbereich des Akkumulators zu erreichen.

Anodisch würde als Nebenreaktion Sauerstoff abgeschieden. Eigentlich ist das Potenzial der Oxidation des Sauerstoffs bei einem pH-Wert von 14 mit + 0,4 Volt geringer als das der Oxidation von Ni(II) zu Ni(III). Die Abscheidung von Sauerstoff hat ein Überpotenzial an der Nickelelektrode. Dieses Abscheidopotenzial (Normalpotenzial + Überpotenzial) wird bei Spannungserhöhung überschritten.

C Oberstufe

**Weiterführende
Aufgabe**

Das System enthält weniger Stoffe die die Umwelt belasten, und ist kompatibel mit dem Ni/Cd-System.

Ein Ersatz von Nickel-Cadmium-Akkumulatoren in Geräten ist dort möglich, wo es nicht auf extreme Hochstromentladung ankommt.

Im Gegensatz zum Ni/Cd-System tritt beim Ni/MH-System kaum ein Memory-Effekt auf.

Wie beim Ni/Cd-System ist begrenzte Überladung in einem geschlossenen System möglich. Überschüssiges Elektrodenmaterial der negativen Elektrode dient als Lade-Entladereserve und verbraucht den gegen Ende der Ladung und bei Überladung entstehenden Sauerstoff.

Die Temperatur nimmt Einfluss auf Kapazität, Spannungslage und Lebensdauer der Zelle.

Vorteile des Ni/MH-Systems:

Hohe spezifische Energie, weniger umweltbelastenden Inhaltsstoffe als Ni/Cd-System, zuverlässig, langlebig, robust, tiefentladefähig, lange Standzeit im entladenen Zustand, auch bei tiefen Temperaturen entladefähig. Hohe Ströme möglich.

Nachteile des Ni/MH-Systems:

Höhere Kosten als Ni/Cd-System, höhere Selbstentladungsrate als bei Ni/Cd-System (besonders bei erhöhter Temperatur), geringere Lebensdauer.

Hinweis zur Entsorgung:

Da eine Kontamination mit Nickel-Ionen nicht auszuschließen ist, sollte die Kalilauge im Gefäß für anorganische schwermetallsalzhaltige Abfälle entsorgt werden.