Messung der Standardpotentiale

Hintergrund
Die Entwicklung der neuen Wasserstoffelektrode HydroFlex durch die Firma Gaskatel GmbH eröffnet eine einfache Möglichkeit Standardpotentiale zu messen. Dabei ist die herkömmliche Wasserstoffelektrode, welche den Aufbau eines Platindrahtes, der von Wasserstoffgas umspült wird nicht mehr notwendig.

Gefahren

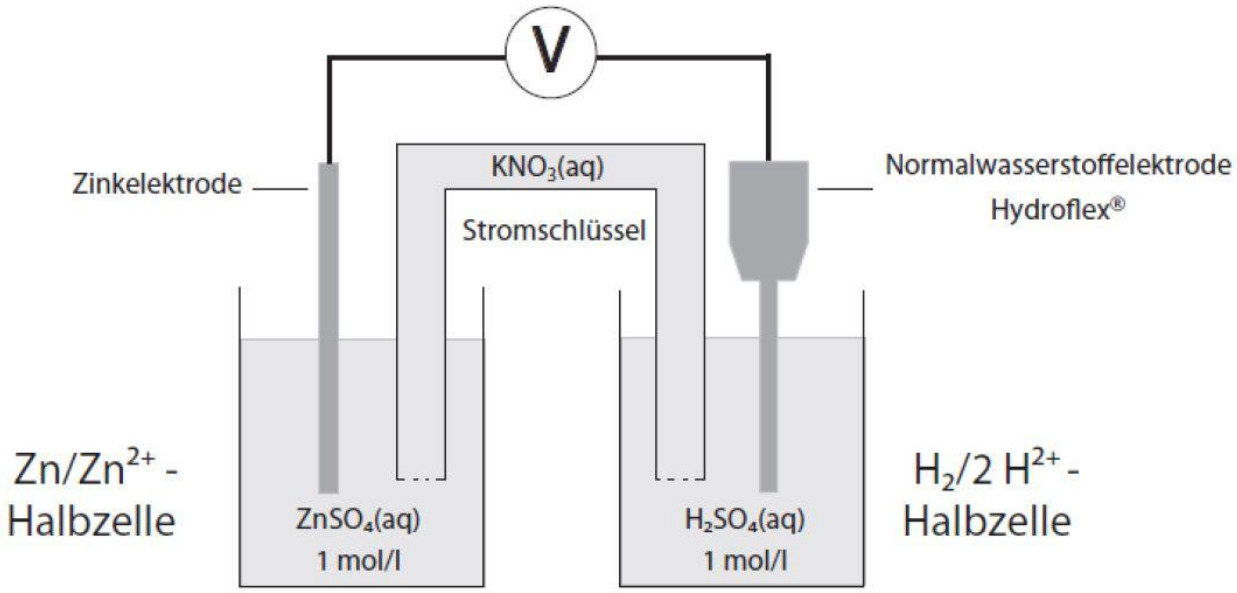
Singnalwort: Gefahr
Schutzbrille tragen. Kupfer- und Zink-Salze verursachen schwere Augenreizungen und sind gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Silbersalze verursachen schwere Haut- und Augenschäden. Als Schwermetall-Salze sind sie sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung, daher nicht ins Abwasser entsorgen. Lithium reagiert bei Kontakt mit Wasser stark exotherm. Lithiumperchlorat und Propylencaronat verursachen ebenfalls schwere Augen- und Hautreizungen. Die Elektrolytlösungen können Umweltschäden verursachen, daher dürfen sie nicht ins Abwasser entsorgt werden. Nitrate sind brandfördernd. Die Wasserstoffmengen der Elektrode sind minimal, es geht keine Gefährdung davon aus.

Chemikalien
Kupfersulfatlösung, 1 molar, H 302, H 319, H 315, H 410
Zinksulfatlösung, 1 molar, H 302, H 318, H 410
Silbernitratlösung, 1 molar, H 272, H 314, H 410
Zinnchloridlösung, 1 molar, H302, H315, H317, H319, H335
Lithiumpercholrat, 10g, H272, H315, H319, H335
Propylencarbonat, 100 ml, H319
Salzsäure, 1molar, H290, H314, H335
Schwefelsäure, 1 molar, H314, H290
Kaliumnitratlösung, H272
Kaliumchloridlösung, nach GHS keine Einstufung

Materialien
2 Bechergläser, 100 ml
Silber-, Kupfer-, Zink-, und Zinnelektroden
Lithium-Stange
Krokodilklemmen
HydroFlex-Elektrode (muss aktiviert werden, Bedienungsanleitung beachten)
Stromschlüssel mit Stopfen
Messleitungen
Messgerät für Spannung z.B. Demo-Voltmeter, alternativ Messwerterfassungssystem

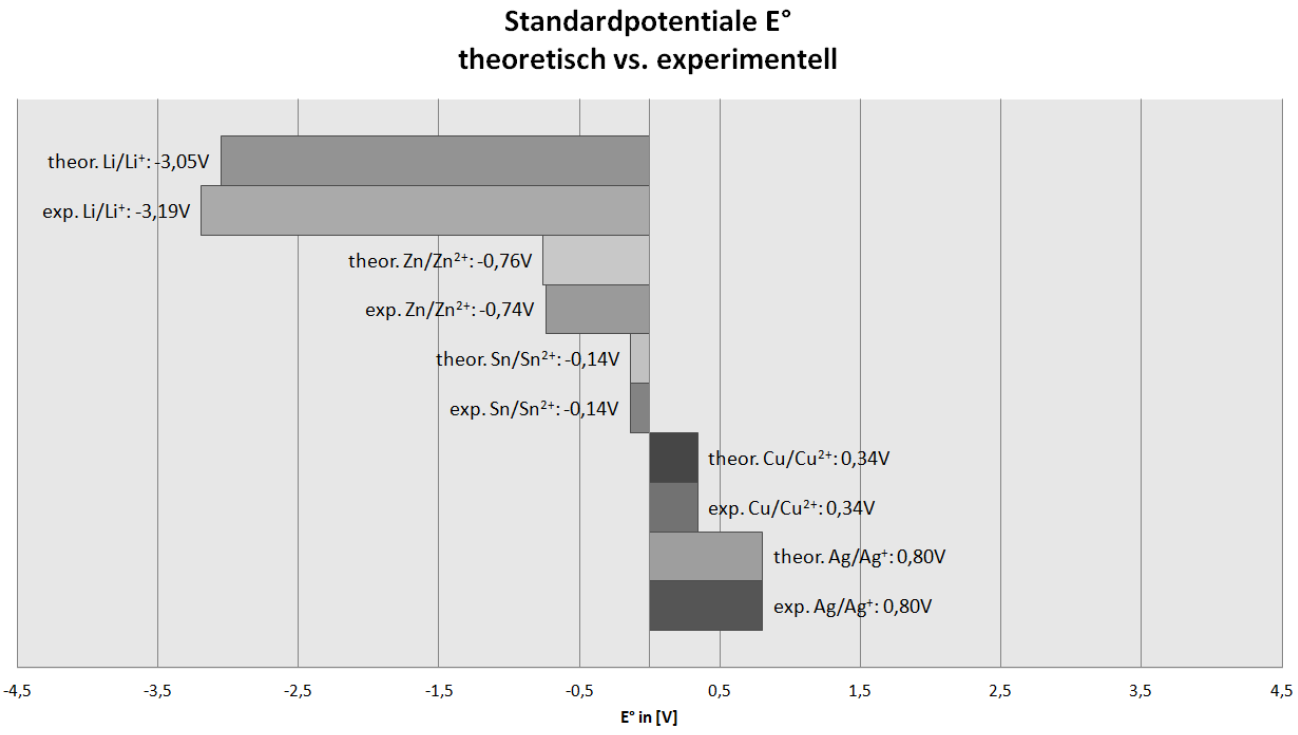
Versuchsaufbau

Exemplarisch ist der Versuchsaufbau zur Messung des Standardpotentials einer Zn/Zn^{2+}-Halbzelle dargestellt. Die anderen Messung erfolgen analog. Lediglich bei Lithium ist zu beachten, dass die Elektrolytlösung durch Lösen von 10g Lithiumperchlorat in 100ml Propylencarbonat hergestellt wird. Außerdem sollte man von der Lithium-Stange zunächst die Oxidschicht entfernen und das Alkalimetall nicht in Kontakt mit Wasser kommen lassen.
Als Elektrolytlösung für die Wasserstoffelektrode HydroFlex kann auch eine 1 molare Salzsäurelösung verwendet werden, ebenso wie anstatt der KNO_3-Lösung auch KCl als Salzlösung im Stromschlüssel eingesetzt werden kann.



Versuchsergebnis

Im folgenden Diagramm sind die Messergebnisse der einzelnen Halbzellen im Vergleich zu den Literaturwerten aufgeführt. Das Standardpotential der Sn/Sn^{2+}, der Cu/Cu^{2+} und der Ag/Ag^{+}-Halbzelle sind exakt nachzumessen.

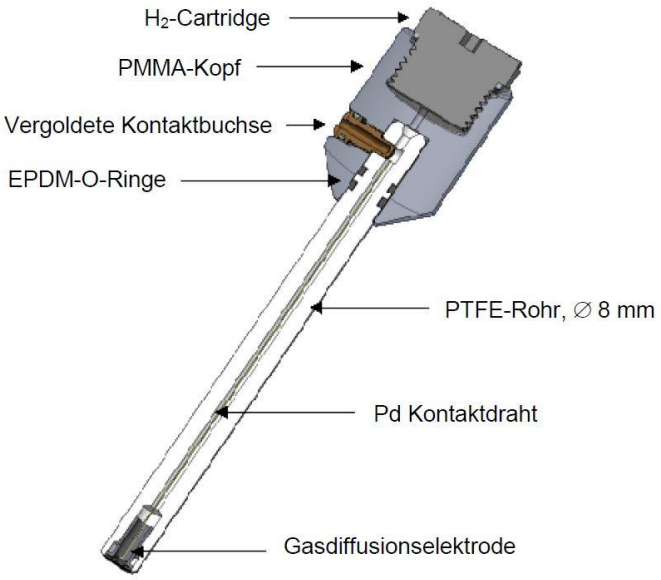


Erklärung

Die Bezugselektrode zur Messung von Standardpotentialen ist eine Normal-Wasserstoffelektrode. Dies ist normalerweise ein Platinblech, das von Wasserstoffgas umspült wird und in eine Säurelösung mit der Konzentration c(H_3O^+)=1mol/l eintaucht. Dabei müssen definierte Bedingungen, nämlich ein Druck von 1013hPa und eine Temperatur von 25°C herrschen. [1] Das Potential dieser Elektrode wurde auf 0.00V festgelegt:

$$2\ H^+ + 2\ e^- \rightarrow H_2 \qquad E° = 0.00\ V$$

Die HydroFlex®-Elektrode erlaubt jetzt auch Messungen der Standardpotentiale in der Schule ohne großen Aufwand, da ein interner Wasserstoffgenerator die Wasserstoffflasche ersetzt. Eine Platinierung ist nicht mehr nötig. Der in der H_2-Cartrige erzeugte Wasserstoff gelangt durch einen Kanal zu der Gasdiffusionselektrode. Diese wird dann in den Elektrolyten getaucht, wobei dieser sich z.T. mit Wasserstoff und mit Elektrolyt füllt. [2] Zunächst muss die Elektrode jedoch aktiviert werden. Sie wird auf eine mittlere Wasserstoffentwicklung, und damit relativ lange Nutzbarkeit, eingestellt. Die Bedienungsanleitung ist im Internet verfügbar. [2]



Bezugsquelle

Die HydroFlex®- Elektrode erhält man bei der Gaskatel GmbH.
Holländische Straße 195, Gebäude M 11, D - 34127 Kassel, Tel.: +49 (0)561 / 5 91 90, www.gaskatel.de.

Eine HydroFlex®-Elektrode kostet 159,00 € , eine Ersatz-Cartrige 13,20 € (jeweils plus MwSt.). Es gibt einen Online-Shop unter www.shop.gaskatel.de.

Entsorgung

Die Lösungen können in die Vorratsflaschen zurückgeschüttet und mehrmals verwendet werden.

Literatur

[1] Beck, W. (Hrsg.) et. al.: Chemie 3. Oldenburg, München 1996 .
[2] Gaskatel GmbH, Kassel, http://gaskatel.org/de/downloads/20120211_Manual_Hydroflex_de.pdf
[3] M. Schwab, Fachreferent Chemie in Unterfranken, www.fachreferent-chemie.de