


Entsprechend den „Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht“ (RiSU) vom 26.02.2016 ist für jedes im Unterricht durchgeführte Experiment eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen.

Experiment	Elektrolyse einer Ammoniumchloridlösung
Gefährdungsbeurteilung	Entsprechend den „Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht“ (RiSU) vom 26.02.2016 ist für jedes im Unterricht durchgeführte Experiment eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen.
Chemikalien	<ul style="list-style-type: none"> • Ammoniumchloridlösung (10%ig) • Variante 1: Phenolphthaleinlösung • Variante 2: Bromthymolblaulösung • Variante 3: Kupfer(II)-sulfatlösung • Kaliumiodid-Stärke-Papier • Aktivkohle (gekörnt)
Geräte	<ul style="list-style-type: none"> • U-Rohr im Stativ (oder U-Rohr-Küvette) • 3 durchbohrte Stopfen • 2 Kohle-Elektroden (passend für durchbohrten Stopfen) • Trockenrohr (passend für durchbohrten Stopfen) • Stromversorgungsgerät (12 V) • 2 Verbindungskabel • Krokodilklemmen • Unitestpapier
Durchführung	<p>Vorbereitend wird das Trockenrohr mit der Aktivkohle befüllt und mit dem dünneren Ende auf den durchbohrten Stopfen gesteckt. Die Glaswatte hilft beim Fixieren der Aktivkohle im Rohr. Die beiden Kohleelektroden werden in die durchbohrten Stopfen gesteckt. (Es empfiehlt sich diese in dieser Kombination aufzubewahren.)</p> <p>Das U-Rohr wird mit der Ammoniumchloridlösung gefüllt. Zusätzlich werden einige Tropfen entsprechend Variante 1, Variante 2 oder Variante 3 zugesetzt.</p> <p>Die Elektrolyse-Apparatur wird zusammengesetzt und die Lösung bei einer Spannung von ca. 6 V drei Minuten elektrolysiert bis an den Elektroden deutliche Veränderungen auftreten.</p> <p>Nach Beendigung der Elektrolyse wird an der Kathode der Stopfen schnell und kurz entfernt, um in den Gasraum über der Elektrolytlösung ein angefeuchtetes Stück Kaliumiodid-Stärke-Papier zu halten. Anschließend wird sofort mit dem vorbereiteten Trockenrohr verschlossen.</p> <p>Hinweis: Eine zu lange Elektrolysedauer erhöht die Menge des entstehenden Chlorgases. Dann ist das Experiment nur unter dem Abzug durchführbar.</p>
Beobachtungen	<p><u>bei allen Varianten:</u></p> <p>An den Elektroden bilden sich Gasbläschen. Das Kaliumiodid-Stärke-Papier färbt sich blau bis schwarz.</p>



	<p><u>Variante 1:</u> Die Lösung färbt sich nicht (im Gegensatz zur Elektrolyse von Natriumchloridlösung).</p> <p><u>Variante 2:</u> Die Lösung entfärbt färbt sich an der Kathode blau. Nach längerer Elektrolysedauer verschwindet die blaue Farbe wieder und die Lösung färbt sich gelb.</p>  <p><u>Variante 3:</u> Die Lösung färbt sich an der Kathode tiefblau.</p>
<p>Erklärungen</p>	<p>Reaktion in der Lösung: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$</p> <p>Reaktion an der Anode: $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$</p> <p>Reaktionen an der Kathode: $2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$</p> <p><u>Variante 1:</u> Bei der Elektrolyse von (saurer) Ammoniumchloridlösung werden überwiegend Hydronium-Ionen unter Bildung von Wasserstoff reduziert. Im Gegensatz zur Elektrolyse einer Natriumchloridlösung kommt es hier nicht zur Bildung von Hydroxid-Ionen.</p> <p>Reaktion an der Kathode bei Elektrolyse einer Kochsalzlösung: $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$</p> <p><u>Variante 2:</u> Schon eine leichte Erhöhung des pH-Werts durch den Verbrauch der Hydronium-Ionen an der Kathode. Verändert die Farbe des Bromthymolblaus von gelb über grün nach blau (Umschlagbereich pH = 6,0 ... 7,6). Nach längerer Elektrolyse ist die Lösung durch die bleichende Wirkung des Chlors nur noch hellgelb gefärbt.</p> <p><u>Variante 3:</u> An der Kathode entsteht durch den sich anreichernden Ammoniak der Tetramminkupfer(II)-Komplex: $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + 4 \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 6 \text{H}_2\text{O}$</p>