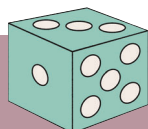




## 6: Redox-Reaktion

### Anleitungen für Experimente



#### Experiment 6.1

#### Elektronenspiel

ELMO S. 135

#### Spielmaterial

##### Folierter Spielplan

$\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$	Gib der Bank 2 Elektronen	$2 \text{Cl}^{-} \rightarrow \text{Cl}_2$	$\text{Ag}^{+} \rightarrow \text{Ag}$	Der Spieler mit der geringsten Elektronenzahl erhält von dir 10	$2 \text{N}^{\ominus} \rightarrow \text{N}_2$	$\text{Al}^{3+} \rightarrow \text{Al}$	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+}$	$\text{NO}_3^{-} \rightarrow \text{NO}_2^{-}$
$\text{I}_2 \rightarrow 2\text{I}^{\ominus}$		$\text{Hg} \rightarrow \text{Hg}^{2+}$	Jeder Spieler erhält 20 Elektronen. 2 Spielfiguren werden auf das mittlere Startfeld gestellt. Der Spieler mit der höchsten Augenzahl beginnt.	$2 \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	die Anzahl von der Bank. Werden e <sup>-</sup> abgegeben gibt man die entsprechende Anzahl an die Bank ab.	$\text{F}_2 \rightarrow \text{F}^{\ominus}$		$\text{Ca} \rightarrow \text{Ca}^{2+}$
Der Spieler mit den meisten Elektronen gibt dir 5		$\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{Mn}^{2+}$		$\text{K} \rightarrow \text{K}^{+}$	Reaktionen, die kursiv gedruckt sind nur für die Oberstufe.	$\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}$		Du gibst jedem Spieler 2 Elektronen
$\text{Li} \rightarrow \text{Li}^{+}$		Teile deine Elektronen mit dem linken Nachbarn		$\text{Ti} \rightarrow \text{Ti}^{4+}$		Dein linker Nachbar gibt dir die Hälfte seiner Elektronen.		$\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{O}^{\ominus}$
$\text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{Pb}^{4+}$	$\text{Na}^{+} \rightarrow \text{Na}$	$\text{N}_2 \rightarrow 2 \text{N}^{\ominus}$	$\text{Ni}^{2+} \rightarrow \text{Ni}$	$\text{Cd} \rightarrow \text{Cd}^{2+}$		$2 \text{Br}^{\ominus} \rightarrow \text{Br}_2$	$2 \text{KIO}_3 \rightarrow \text{I}_2$	$\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^{+}$
Du erhältst von jedem Spieler 3 Elektronen		$\text{S}^{2-} \rightarrow \text{S}$	Er kann eine Figur in jede beliebige Richtung ziehen. Im Laufe des Spiels kann jeder Spieler mit einer der beiden Spielfiguren in jede Richtung ziehen. Werden e <sup>-</sup> aufgenommen, erhält der Spieler	$\text{Sr}^{2+} \rightarrow \text{Sr}$	Ziel des Spieles ist es, keine e <sup>-</sup> zu besitzen oder die meisten e <sup>-</sup> zu besitzen – Wähle deine Taktik!	$\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}$		Jeder Spieler gibt dir 3 Elektronen
$\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+}$	$2 \text{HClO}_4 \rightarrow \text{Cl}_2$			$2 \text{S}_2\text{O}_8^{2-} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$		Die Bank gibt dir 10 Elektronen		$\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{4+}$
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}$	$\text{Rb} \rightarrow \text{Rb}^{+}$			$\text{P}_4 \rightarrow 4 \text{P}^{\ominus}$		$\text{Ba}^{2+} \rightarrow \text{Ba}$		$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$
$2 \text{O}^{\ominus} \rightarrow \text{O}_2$	Du erhältst von der Bank 6 Elektronen	$\text{Au} \rightarrow \text{Au}^{3+}$	Nimm von oder gib der Bank 4 Elektronen	$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$	Du erhältst 3 Elektronen von der Bank	$\text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{Pb}$	$\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}$	Dein rechter Nachbar gibt dir 5 Elektronen

2 Spielfiguren

1 Würfel

Pro Spieler ca. 30 „Elektronen“ – Spielgeld, Holzkugeln oder ähnliches

Original auf nächster Seite

#### Spielregeln

##### → Vorbereitung:

Jeder Spieler erhält zu Beginn 20 „Elektronen“. 2 Spielfiguren werden auf das mittlere Startfeld gestellt.

##### → Spielbeginn:

Zu Beginn würfelt jeder Spieler. Der Spieler mit der höchsten Augenzahl beginnt.

##### → Spielablauf:

Der Spieler würfelt einmal. Er kann eine der beiden Spielfiguren entsprechend der gewürfelten Augenzahl in jede beliebige Richtung ziehen. Im Laufe des Spiels kann jeder Spieler mit einer der beiden Spielfiguren in jede Richtung ziehen.

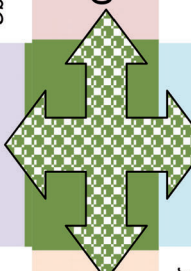
Werden bei der angegebenen Reaktion Elektronen aufgenommen, so erhält der Spieler die Anzahl von „Elektronen“ von der Bank. Werden bei der angegebenen Reaktion Elektronen abgegeben, so gibt man die entsprechende Anzahl an die Bank ab.

##### → Ziel:

Ziel des Spieles ist es, keine „Elektronen“ zu besitzen oder die meisten „Elektronen“ – Wähle deine Taktik!



## Anleitungen für Experimente

$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$	Gib der Bank 2 Elektronen	$2 Cl^{1-} \rightarrow Cl_2$	$Ag^+ \rightarrow Ag$	Der Spieler mit der geringsten Elektronenzahl erhält von dir 10	$2 N^{3-} \rightarrow N_2$	$Al^{3+} \rightarrow Al$	$Zn \rightarrow Zn^{2+}$	$NO_2^{1-} \rightarrow NO_3^{1-}$
$I_2 \rightarrow 2 I^{1-}$	$Hg \rightarrow Hg^{2+}$	$KMnO_4 \rightarrow Mn^{2+}$	Jeder Spieler erhält 20 Elektronen. 2 Spielfiguren werden auf das mittlere Startfeld gestellt. Der Spieler mit der höchsten Augenzahl beginnt..	$2 SO_4^{2-} \rightarrow S_2O_8^{2-}$	die Anzahl von der Bank. Werden e <sup>-</sup> abgegeben gibt man die entsprechende Anzahl an die Bank ab.	$F_2 \rightarrow F^{1-}$		$Ca \rightarrow Ca^{2+}$
Der Spieler mit den meisten Elektronen gibt dir 5	Teile deine Elektronen mit dem linken Nachbarn	$N_2 \rightarrow 2 N^{3-}$	$Ni^{2+} \rightarrow Ni$	$K \rightarrow K^{1+}$	Reaktionen, die kursiv gedruckt sind nur für die Oberstufe.	$HNO_3 \rightarrow NO$		Du gibst jedem Spieler 2 Elektronen
$Li \rightarrow Li^{1+}$	$Na^{1+} \rightarrow Na$	$S^{2-} \rightarrow S$	Er kann eine Figur in jede beliebige Richtung ziehen Im Laufe des Spiels kann jeder Spieler mit einer der beiden Spielfiguren in jede Richtung ziehen. Werden e <sup>-</sup> aufgenommen, erhält der Spieler	$Ti \rightarrow Ti^{4+}$	$Cd \rightarrow Cd^{2+}$	Dein linker Nachbar gibt dir die Hälfte seiner Elektronen.		$O_2 \rightarrow 2 O^{2-}$
$Pb^{4+} \rightarrow Pb^{2+}$	Du erhältst von jedem Spieler 3 Elektronen	$2 HClO_4 \rightarrow Cl_2$	Im Lauf des Spiels kann jeder Spieler mit einer der beiden Spielfiguren in jede Richtung ziehen. Werden e <sup>-</sup> aufgenommen, erhält der Spieler		Ziel des Spieles ist es, keine e <sup>-</sup> zu besitzen oder die meisten e <sup>-</sup> zu besitzen – Wähle deine Taktik!			$Cu^{2+} \rightarrow Cu^{1+}$
$Mg \rightarrow Mg^{2+}$	Du erhältst von der Bank 6 Elektronen	$Rb \rightarrow Rb^{1+}$	Nimm von oder gib der Bank 4 Elektronen	$Sr^{2+} \rightarrow Sr$		$Cr^{3+} \rightarrow Cr$		Jeder Spieler gibt dir 3 Elektronen
$K_2Cr_2O_7 \rightarrow 2 Cr^{3+}$		$Au \rightarrow Au^{3+}$		$2 S_2O_3^{2-} \rightarrow S_4O_6^{2-}$		Die Bank gibt dir 10 Elektronen		$Sn \rightarrow Sn^{4+}$
$2 O^{2-} \rightarrow O_2$				$P_4 \rightarrow 4 P^{3-}$		$Ba^{2+} \rightarrow Ba$	<i>ggg2011</i>	$H_2O_2 \rightarrow O_2$
				$Fe \rightarrow Fe^{3+}$	Du erhältst 3 Elektronen von der Bank	$Pb^{2+} \rightarrow Pb$	$Cu^{2+} \rightarrow Cu$	Dein rechter Nachbar gibt dir 5 Elektronen





## Experiment 6.2

## Goethes Chamäleon

ELMO S. 137

## Sicherheitshinweise

Schutzbrille verwenden



## Benötigte Chemikalien

© Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG, Wien 2020. | www.oebv.at | EL-MO Elemente u. Moleküle SB | ISBN: 978-3-209-10740-4  
 Alle Rechte vorbehalten. Von dieser Druckvorlage ist die Vervielfältigung für den eigenen Unterrichtsgebrauch gestattet.  
 Die Kopiergebühren sind abgegolten. Für Veränderungen durch Dritte übernimmt der Verlag keine Verantwortung.

## Stoff

## Gefahrenhinweise

## Sicherheitshinweise

## Gef.symbol

**Natronlauge**  
**NaOH**  
 c = 1 mol/L

H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein  
 H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden

P280: Schutzhandschuhe/ Schutzkleidung/ Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen  
 P301 + P330 + P331: *Bei Verschlucken*: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen  
 P305 + P351 + P338: *Bei Kontakt mit den Augen*: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen  
 P308 + P310: *Bei Exposition oder falls betroffen*: Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen



**Kaliumpermanganat**  
**KMnO<sub>4</sub>-Lsg**  
 c = 0,01 mol/L

H272: Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel  
 H302: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken  
 H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden  
 H410: Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung

P221: Mischen mit brennbaren Stoffen, Schwermetallverbindungen, Säuren und Laugen unbedingt verhindern  
 P273: Freisetzung in die Umwelt vermeiden  
 P280: Schutzhandschuhe/ Schutzkleidung/ Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen  
 P301 + P330 + P331: *Bei Verschlucken*: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen  
 P305 + P351 + P338: *Bei Kontakt mit den Augen*: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen  
 P308 + P310: *Bei Exposition oder falls betroffen*: Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen



**Schwefelsäure**  
**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**  
 c = 1 mol/L

H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein  
 H315: Verursacht Hautreizungen  
 H319: Verursacht schwere Augenreizung

P302 + P352: *Bei Berührung mit der Haut*: Mit viel Wasser und Seife waschen  
 P305 + P351 + P338: *Bei Kontakt mit den Augen*: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen



**Natriumsulfit**  
**Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>**  
 c = 0,04 mol/L

keine

keine





## Benötigte Materialien

Foliertes Tüpfelblatt „Goethes Chamäleon“





Originalgröße auf nächster Seite

SII

### Goethes Chamäleon<sup>1</sup>

Im April 1811 widmete sich Goethe intensiv chemischen Experimenten. Nach Angaben in seinem Tagebuch ließ er sich am 29.4.1811 das „Mineralische Chamäleon“ von Döbereiner vorführen. „Überhaupt aber sind diese Farberscheinungen von so beweglicher Art, dass die Chemiker selbst, sobald sie in's Feinere gehen, sie als trügerische Kennzeichen betrachten.“

1 Tropfen $\text{KMnO}_4$ (0,01 mol/L) 1 Tropfen Deionat	1 Tropfen $\text{KMnO}_4$ (0,01 mol/L) 1 Tropfen $\text{H}_2\text{SO}_4$ (1 mol/L) x Tropfen $\text{Na}_2\text{SO}_3$ (0,04 mol/L)	1 Tropfen $\text{KMnO}_4$ (0,01 mol/L) 1 Tropfen Deionat x Tropfen $\text{Na}_2\text{SO}_3$ (0,04 mol/L)	1 Tropfen $\text{KMnO}_4$ (0,01 mol/L) 1 Tropfen $\text{NaOH}$ (1 mol/L) x Tropfen $\text{Na}_2\text{SO}_3$ (0,04 mol/L)
			
	<b>im Sauren</b>	<b>schwach basisch</b>	<b>im Basischen</b>
$\text{MnO}_4^-$	$\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{Mn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$	$\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{MnO}_2 + \text{SO}_4^{2-}$	$\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{MnO}_4^{2-} + \text{SO}_4^{2-}$

<sup>1</sup> 13\_Red\_Permanganat\_Oxstufen\_Microscale\_HT.doc; variiert

## Arbeitsvorschrift

- Tropfe die einzelnen Chemikalien entsprechend den Anweisungen auf dem Tüpfelblatt in die einzelnen Quadrate.
- Verwende so viele Tropfen an Natriumsulfit, dass im Sauren eine Reaktion stattfindet, und verwende genauso viele Tropfen im schwach basischen und im basischen.

## Auswertung

- ⇒ Stelle die drei Reaktionsgleichungen richtig!



SII

## Goethes Chamäleon<sup>1</sup>



Im April 1811 widmete sich Goethe intensiv chemischen Experimenten. Nach Angaben in seinem Tagebuch ließ er sich am 29.4.1811 das „Mineralische Chamäleon“ von Döbereiner vorführen. „Überhaupt aber sind diese Farberscheinungen von so beweglicher Art, dass die Chemiker selbst, sobald sie in's Feinere gehen, sie als trügerische Kennzeichen betrachten.“

1 Tropfen $\text{KMnO}_4$ (0,01 mol/L) 1 Tropfen Deionat	1 Tropfen $\text{KMnO}_4$ (0,01 mol/L) 1 Tropfen $\text{H}_2\text{SO}_4$ (1 mol/L) x Tropfen $\text{Na}_2\text{SO}_3$ (0,04 mol/L)	1 Tropfen $\text{KMnO}_4$ (0,01 mol/L) 1 Tropfen Deionat x Tropfen $\text{Na}_2\text{SO}_3$ (0,04 mol/L)	1 Tropfen $\text{KMnO}_4$ (0,01 mol/L) 1 Tropfen $\text{NaOH}$ (1 mol/L) x Tropfen $\text{Na}_2\text{SO}_3$ (0,04 mol/L)
	<b>im Sauren</b>	<b>schwach basisch</b>	<b>im Basischen</b>
$\text{MnO}_4^-$	$\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} \xrightarrow{\text{H}_3\text{O}^+} \text{Mn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$	$\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{MnO}_2 + \text{SO}_4^{2-}$	$\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{MnO}_4^{2-} + \text{SO}_4^{2-}$

<sup>1</sup> 13\_Red\_Permanganat\_Oxstufen\_Microscale\_HT.doc; variiert



## Experiment 6.3

## Anlassen von Stahl

ELMO S. 139

## Sicherheitshinweise

Schutzbrille verwenden  
Schutzscheibe verwenden  
Haare zurückbinden



## Benötigte Materialien

kleine Stahlfeder (zB aus Kugelschreiber)  
Laborbrenner

Tiegelzange  
Becherglas mit kaltem Wasser

## Arbeitsvorschrift

- 1. Halte die Stahlfeder mit der Tiegelzange in die heiße Zone des Laborbrenners, bis sie hell glüht. Dann lass sie an der Luft abkühlen. Wenn sie kalt genug ist, um sie mit den Fingern angreifen zu können, zieh den so behandelten Teil der Feder in die Länge. Die Federwirkung müsste nun verlorengegangen sein, die Feder lässt sich verformen wie Weicheisen.  
*Erklärung:* Wenn zunächst erhitzt wird und dann langsames Abkühlen erfolgt, so entsteht zwar der harte Zementit, zerfällt aber beim langsamen Abkühlen wieder. Der Stahl ist weich.
- 2. Danach glüh wie oben beschrieben den Teil der Feder erneut, tauch ihn aber noch hell glühend in das Becherglas voll kaltem Wasser (Abschrecken). Nun ist der Stahl der Feder sehr hart, aber spröde. Beim Versuch, den Teil der Feder zu verformen der erhitzt wurde, bricht er sofort. Mit Geschick kannst Du damit Glas ritzen, was Du an einer Proberöhre ausprobieren kannst. Vorsicht, die Teile brechen leicht weiter und Du kannst dich dabei in den Finger stechen. Verwende die Tiegelzange, die Du auch im vorderen Teil halten kannst.  
*Erklärung:* Beim Erhitzen entsteht der harte Zementit und durch die rasche Abkühlung bleibt er auch erhalten. Der entstehende Stahl ist hart und spröde.
- 3. Zuletzt glüh einen neuen Teil der Feder erneut und schreck sie hell glühend im kalten Wasser ab. Nun aber erhitze sie vorsichtig erneut nur kurz und schwach (Anlassen). Mit Geschick kannst Du so die Federwirkung wiederherstellen.  
*Erklärung:* Beim Erhitzen entsteht der harte Zementit und durch die rasche Abkühlung beim Abschrecken bleibt er erhalten. Beim Anlassen zerfällt der Zementit teilweise. Die Sprödigkeit geht verloren, die Härte nur zum Teil.





## Experiment 6.4

## Metall und Metallsalz-Lösung

ELMO S. 140

## Sicherheitshinweise

Schutzbrille verwenden



## Benötigte Chemikalien

Stoff	Gefahrenhinweise	Sicherheitshinweise	Gef.symbol
<b>Kupfer(II)-sulfat</b> $\text{CuSO}_4$ – Lsg $c = 0,1 \text{ mol/L}$	H302: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken H318: Verursacht schwere Augenschäden H410: Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	P273: Freisetzung in die Umwelt vermeiden P280: Augenschutz tragen P305 + P351 + P338: <i>Bei Kontakt mit den Augen:</i> Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen P313: Ärztlichen Rat einholen/ ärztliche Hilfe hinzuziehen	
<b>Silbernitrat</b> $\text{AgNO}_3$ – Lsg $c = 0,1 \text{ mol/L}$	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein H315: Verursacht Hautreizungen H319: Verursacht schwere Augenreizung H410: Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	P273: Freisetzung in die Umwelt vermeiden P302 + P352: <i>Bei Berührung mit der Haut:</i> Mit viel Wasser und Seife waschen P305 + P351 + P338: <i>Bei Kontakt mit den Augen:</i> Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen	
<b>Zinksulfat</b> $\text{ZnSO}_4$ $c = 0,1 \text{ mol/L}$	H302: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken H318: Verursacht schwere Augenschäden H410: Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	P273: Freisetzung in die Umwelt vermeiden P280: Augenschutz tragen P305 + P351 + P338: <i>Bei Kontakt mit den Augen:</i> Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen P313: Ärztlichen Rat einholen/ ärztliche Hilfe hinzuziehen	
<b>Salzsäure</b> $\text{HCl}$ $c = 1 \text{ mol/L}$	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein H315: Verursacht Hautreizungen. H319: Verursacht schwere Augenreizung H335: Kann die Atemwege reizen	P302 + P352: <i>Bei Berührung mit der Haut:</i> Mit viel Wasser und Seife waschen P305 + P351 + P338: <i>Bei Kontakt mit den Augen:</i> Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen	

## Benötigte Materialien

Folierte Tüpfelvorlage „Metall und Metallsalzlösung“ (Original auf nächster Seite)

Metall	$\text{Ag}^+$ (in $\text{AgNO}_3$ -Lösung)	$\text{Cu}^{2+}$ (in $\text{CuSO}_4$ -Lösung)	$\text{Zn}^{2+}$ (in $\text{ZnSO}_4$ -Lösung)	$\text{HCl}$ ( $c = 1 \text{ mol/L}$ )
Ag	X			
Cu		X		
Zn			X	

3 Drahtstücke Silberdraht  
3 Drahtstücke Kupferdraht  
3 Drahtstücke Zinkdraht (oder verzinkter Eisendraht)

## Arbeitsvorschrift

- Gib in das angegebene Kästchen jeweils einige Tropfen der Metallsalzlösung bzw. der Salzsäure sowie das entsprechende Drahtstück.
- Stelle mit Hilfe der Versuchsergebnisse eine Reihung der vorhandenen Metalle vom unedelsten zum edelsten Metall auf und begründe diese Reihung.






SI

## Metalle und Salzlösungen



!

Metall ↓ / Ion →	<b>Ag<sup>+</sup></b> (als AgNO <sub>3</sub> Lösung)	<b>Cu<sup>2+</sup></b> (als CuSO <sub>4</sub> Lösung)	<b>Zn<sup>2+</sup></b> (als ZnSO <sub>4</sub> Lösung)	<b>HCl</b> (c = 1 mol/L)
 <b>Ag</b>	X	X	X	[ ]
 <b>Cu</b>	[ ]	X	[ ]	[ ]
 <b>Zn</b>	[ ]	[ ]	X	[ ]

SI





## Experiment 6.5

## Halogen und Halogenid

ELMO S. 141

## Sicherheitshinweise

Schutzbrille verwenden



## Benötigte Chemikalien

Stoff	Gefahrenhinweise	Sicherheitshinweise	Gef.symbol
<b>Bromid/Bromat-Lösung</b> $c = 0,05 \text{ mol/L}$	H350: Kann Krebs erzeugen	P201: Vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen P308 + P313: <i>Bei Exposition oder falls betroffen:</i> Ärztlichen Rat einholen/ ärztliche Hilfe hinzuziehen	
<b>Schwefelsäure</b> $\text{H}_2\text{SO}_4$ $c = 2 \text{ mol/L}$	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden	P280: Schutzhandschuhe/ Schutzkleidung/ Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen P301 + P330 + P331: <i>Bei Verschlucken:</i> Mund ausspülen Kein Erbrechen herbeiführen P305 + P351 + P338: <i>Bei Kontakt mit den Augen:</i> Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen P308 + P310: <i>Bei Exposition oder falls betroffen:</i> Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen	
<b>Kaliumiodid</b> KI	H372: Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition durch Verschlucken	P314: Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen/ ärztliche Hilfe hinzuziehen	
<b>Kaliumchlorid</b> KCl	keine	keine	

## Benötigte Geräte

Becherglas 100 mL  
Plastik-Pasteurpipette

Eprovettengestell  
2 Eprovetten

## Arbeitsvorschrift

- Der Lehrer vermischt die Bromid-Bromat-Lösung im Becherglas mit der gleichen Menge Schwefelsäure, um Bromwasser zu erzeugen.
- Entnimm mit der Plastik-Pasteurpipette ca. 2 mL Bromwasser.
- Gib eine Spatel voll Kaliumchlorid bzw. Kaliumiodid in die beiden Eprovetten.
- Gib jeweils ca. 1 mL Bromwasser in die beiden Eprovetten.

## Auswertung

- ⇒ Was beobachtest Du in den beiden Eprovetten?
- ⇒ Ist I<sup>-</sup> oder Cl<sup>-</sup> das stärkere Reduktionsmittel?
- ⇒ Erstelle eine Reihung für Cl<sub>2</sub>/Cl<sup>-</sup>, I<sub>2</sub>/I<sup>-</sup> und Br<sub>2</sub>/Br<sup>-</sup> analog zu Abb. 141-2 (ELMO) bzw. 169-2 (Elemente)





## Experiment 6.6 Potenzialdifferenzen bei Halbzellen ELMO S. 142

### Sicherheitshinweise

Schutzbrille verwenden



### Benötigte Chemikalien

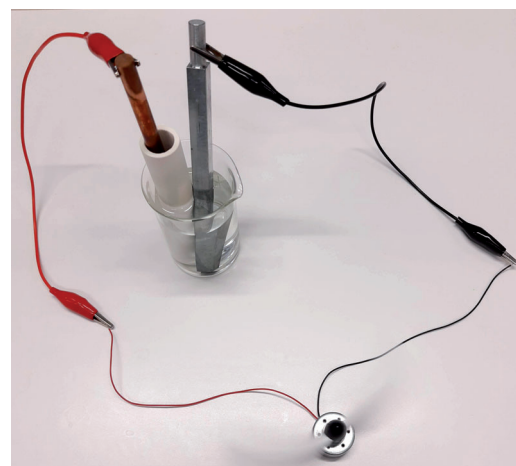
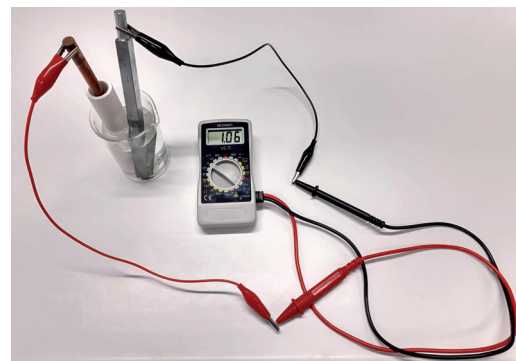
Stoff	Gefahrenhinweise	Sicherheitshinweise	Gef.symbol
<b>Kupfer(II)-sulfat</b> <b>CuSO<sub>4</sub> - Lsg</b> <b>c = 0,1 mol/L</b>	H302: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken H318: Verursacht schwere Augenschäden H410: Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	P273: Freisetzung in die Umwelt vermeiden P280: Augenschutz tragen P305 + P351 + P338: <i>Bei Kontakt mit den Augen:</i> Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen P313: Ärztlichen Rat einholen/ ärztliche Hilfe hinzuziehen	
<b>Zinksulfat</b> <b>ZnSO<sub>4</sub></b> <b>c = 0,1 mol/L</b>	H302: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken H318: Verursacht schwere Augenschäden H410: Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	P273: Freisetzung in die Umwelt vermeiden P280: Augenschutz tragen P305 + P351 + P338: <i>Bei Kontakt mit den Augen:</i> Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen P313: Ärztlichen Rat einholen/ ärztliche Hilfe hinzuziehen	

### Benötigte Geräte

Tonzelle	Zinkelektrode
Becherglas 100 mL hohe Form	Multimeter
Kupferelektrode	ev. Motor mit Propeller

### Arbeitsvorschrift

- Stelle die Tonzelle in das Becherglas.
- Fülle die Kupfersulfat-Lösung in die Tonzelle und die Zinksulfat-Lösung in das Becherglas außerhalb der Tonzelle. Der Flüssigkeitsspiegel innerhalb und außerhalb der Tonzelle sollte ungefähr gleich hoch sein.
- Stelle die Kupfer-Elektrode in die Kupfersulfat-Lösung und die Zink-Elektrode in die Zinksulfat-Lösung.
- Miss die Spannung zwischen der Kupfer- und der Zink-Elektrode mit dem Multimeter.
- Versuche, ob die Leistungsfähigkeit Deiner Modellbatterie ausreicht, um den Motor in Bewegung zu setzen.



### Auswertung

- ⇒ Berechne die Potentialdifferenz  $\Delta E^\ominus$  für die Kombination einer Kupfer- und einer Zink-Halbzelle.
- ⇒ Vergleiche den von Dir gemessenen und den berechneten Wert.
- ⇒ Welche Ursachen könnte der Unterschied der beiden Werte haben?





## Experiment 6.7 Elektrolyse wässriger Salzlösungen

ELMO S. 149

### Sicherheitshinweise

Schutzbrille verwenden



### Benötigte Chemikalien

Stoff	Gefahrenhinweise	Sicherheitshinweise	Gef.symbol
<b>Kupfer(II)-chlorid</b> <b>CuCl<sub>2</sub> – Lsg</b> <b>c = 0,1 mol/L</b>	H302 + H312: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken oder Hautkontakt H315: Verursacht Hautreizungen H318: Verursacht schwere Augenschäden H410: Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	P273: Freisetzung in die Umwelt vermeiden P280: Augenschutz tragen P302 + P352: <i>Bei Berührung mit der Haut:</i> Mit viel Wasser und Seife waschen P305 + P351 + P338: <i>Bei Kontakt mit den Augen:</i> Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen P313: Ärztlichen Rat einholen/ ärztliche Hilfe hinzuziehen	
<b>Silbernitrat</b> <b>AgNO<sub>3</sub> – Lsg</b> <b>c = 0,1 mol/L</b>	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein H315: Verursacht Hautreizungen. H319: Verursacht schwere Augenreizung H410: Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	P273: Freisetzung in die Umwelt vermeiden P302 + P352: <i>Bei Berührung mit der Haut:</i> Mit viel Wasser und Seife waschen P305 + P351 + P338: <i>Bei Kontakt mit den Augen:</i> Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen	
<b>Kaliumiodid-Lösung KI</b> <b>c = 0,1 mol/L</b>	H372: Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition durch Verschlucken	P314: Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen/ ärztliche Hilfe hinzuziehen	
<b>Universalindikator</b> <b>flüssig</b>	H225: Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar	P210, P233, P370+378, P403+235: Von Hitze/Funken/offener Flamme/heißen Oberflächen fernhalten. Nicht rauchen. Behälter dicht verschlossen halten. Bei Brand: Alle Löschmittel zum Löschen verwenden. Kühl an einem gut belüfteten Ort aufbewahren	
<b>Natriumsulfat-Lösung</b> <b>Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> <b>c = 0,1 mol/L</b>	keine	keine	

### Benötigte Geräte

Tonzelle	Zinkelektrode
Becherglas 100 mL hohe Form	Multimeter
Kupferelektrode	ev. Motor mit Propeller



## Benötigte Geräte

Tüpfelblatt

(Original auf nächster Seite)



4,5-V-Flachbatterie

2 Kabel mit Krokoklemmen

2 Zirkelminen

5 Plastikpasteurpipetten

Spannungsreihe

## Arbeitsvorschrift

- Stelle die Elektrolysen-Apparatur aus Batterie, den beiden Kabeln und den beiden Zirkelminen entsprechend dem Foto auf dem Tüpfelblatt zusammen.
- Fülle 4 Plastik-Pasteur-Pipetten mit jeweils ca. 1 mL Silber(I)-nitrat-Lösung, Kaliumiodid-Lösung, Natriumsulfat-Lösung und Kupfer(II)-chlorid-Lösung.
- Fülle die fünfte Plastik-Pasteur-Pipetten mit ca. 2 mL Universalindikator-Lösung.
- Topfe die Lösungen in die jeweils dafür vorgesehenen Kästchen und führe die Elektrolysen durch.

## Auswertung

- ⇒ Vergleiche Deine Beobachtungen mit den jeweils aus der Spannungsreihe zu erwartenden Reaktionen bei der Elektrolyse.
- ⇒ Kannst Du alle Beobachtungen (Farbe, Feststoffabscheidung, Gasbildung, Geruch, pH-Wert-Änderung) erklären?



## Elektrolyse wässriger Salzlösungen

Salzlösungen reagieren unter dem Einfluss von Gleichspannung. Je nach Stellung in der Spannungsreihe, reagieren die Ionen des Salzes oder das Wasser. Beobachte bei folgenden Reaktionen die Elektrodenvorgänge (ohne und mit Indikatorlösung) und interpretiere die Beobachtungen mit Hilfe der Spannungsreihe.

Die inerten Grafitelektroden sollen einen möglichst geringen Abstand haben. Sie dürfen sich aber nicht berühren.

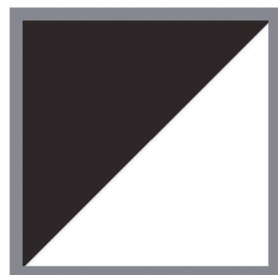
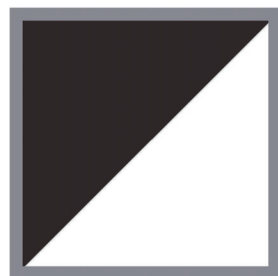
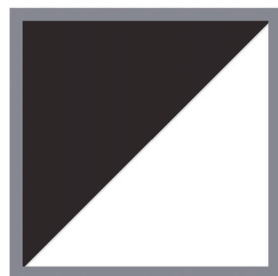
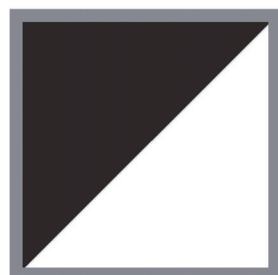
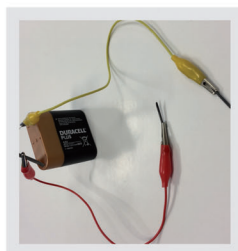
**Reinige die Elektroden nach jedem Versuch mit Wasser!**

Silber(I)-nitratlösung

Kaliumiodidlösung

Natriumsulfatlösung

Kupfer(II)-chloridlösung



mit Indikator





## Experiment 6.8 Modellversuch zur Brennstoffzelle ELMO S. 156

### Sicherheitshinweise

Schutzbrille verwenden



### Benötigte Chemikalien

Alle Rechte vorbehalten. Von dieser Druckvorlage ist die Vervielfältigung für den eigenen Unterrichtsgebrauch gestattet. Die Kopiergebühren sind abgegolten. Für Veränderungen durch Dritte übernimmt der Verlag keine Verantwortung.

Stoff	Gefahrenhinweise	Sicherheitshinweise	Gef.symbol
<b>Kaliumhydroxid</b> <b>KOH – Lsg</b> <b>c = 1 mol/L</b>	H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden	P280: Schutzhandschuhe/ Schutzkleidung/ Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen P301 + P330 + P331: <i>Bei Verschlucken:</i> Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen P305 + P351 + P338: <i>Bei Kontakt mit den Augen:</i> Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen P308 + P310: <i>Bei Exposition oder falls betroffen:</i> Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen	

### Benötigte Geräte

Becherglas 100 mL hohe Form

2 Graphit-Elektroden

2 Elektrodenhalter

2 Stromkabel mit Krokoklemmen

4,5-V-Flachbatterie

Multimeter

ev. Motor mit Propeller

### Arbeitsvorschrift

- Fülle das Becherglas mit ca. 75 mL Kaliumhydroxid-Lösung. Stelle dann die beiden Graphit-Elektroden so in das Becherglas, dass sie sich nicht berühren. Befestige sie jeweils mit einem Elektrodenhalter.
- Verbinde die beiden Elektroden mit den beiden Polen der Flachbatterie und elektrolysiere einige Minuten. Dabei sollte an beiden Polen Gasbildung auftreten.
- Trenne die Verbindung von der Batterie zu den beiden Elektroden.
- Miss mit Hilfe des Multimeters die Spannung zwischen den beiden Graphit-Elektroden. Diese nimmt rasch ab.
- Versuche, ob die Leistungsfähigkeit Deiner Modellbrennstoffzelle ausreicht, um den Motor in Bewegung zu setzen.

### Auswertung

- ⇒ Welche Gase entstehen an den beiden Graphit-Elektroden bei der Elektrolyse?
- ⇒ Gib die Reaktionsgleichungen an den beiden Polen an!
- ⇒ Die Graphit-Elektroden sind porös und können gewisse Mengen der entstandenen Gase speichern. Gib die Reaktionsgleichungen für die Reaktion der Brennstoffzelle an den beiden Polen an, wenn diese den Motor antreibt. Gehe dabei davon aus, dass dabei die beiden Gase reagieren.

