



## 4: Das chemische Gleichgewicht

### Anleitungen für Experimente



#### Experiment 4.1

#### Der Stechheber-Versuch

ELMO S. 93

#### Benötigte Chemikalien

| Stoff                 | Gefahrenhinweise | Sicherheitshinweise |
|-----------------------|------------------|---------------------|
| Lebensmittelfarbstoff | keine            | keine               |

#### Benötigte Geräte

|                    |                                |                               |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Messzylinder 25 mL | Glasrohr $\varnothing = 10$ mm | Glasrohr $\varnothing = 6$ mm |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------------|

#### Spielanleitung

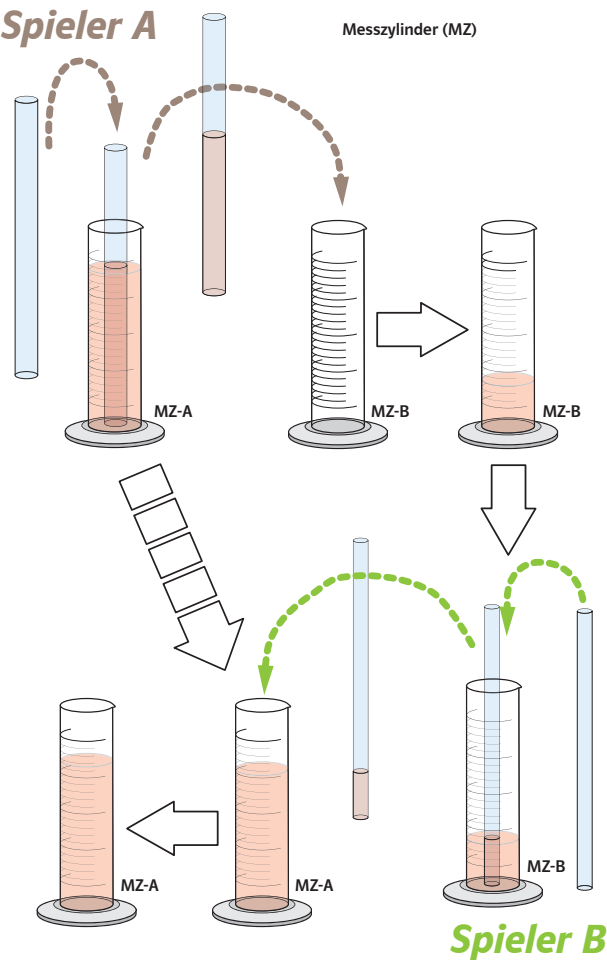
- ⇒ Jeder Spieler erhält einen 25 mL Messzylinder und ein Glasrohr (Spieler A:  $\varnothing = 10$  mm, Spieler B:  $\varnothing = 6$  mm).
- ⇒ Start des Spiels: Spieler A gibt 25 mL Wasser (eventuell mit Lebensmittelfarbe gefärbt) in den Messzylinder, Spieler B hat einen leeren Zylinder. Jeder Spieler notiert sein Volumen (siehe nächste Seite).

Das Volumen wird dann in weiterer Folge nach jedem der folgenden Abläufe notiert.

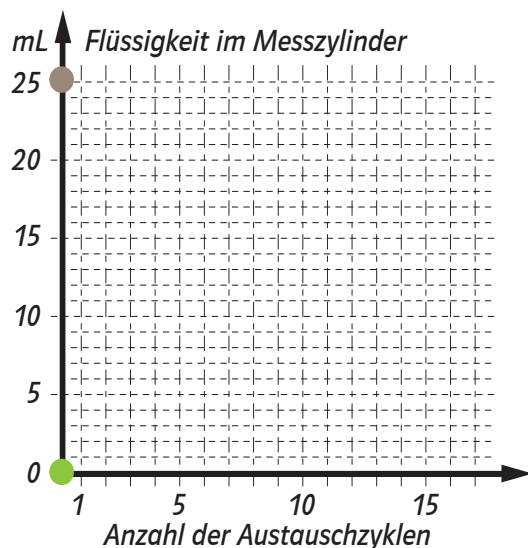
- ⇒ Spieler A hebt mit dem verschlossen Rohr (bitte immer bis zum Grund gehen) Wasser aus seinem Zylinder und gibt es in den Zylinder von B. Dann hebt Spieler B mit seinem Glasrohr Wasser aus seinem Zylinder und gibt es in den Zylinder von A. Die sich ergebenden Flüssigkeitsstände (= Messwerte) werden dann in das Diagramm übertragen, die Messwerte von A in roter Farbe, die Messwerte von B in blauer Farbe.
- ⇒ Dieser Wassertausch wird so lange durchgeführt, bis sich die Volumina in den beiden Zylindern nicht mehr ändern.
- ⇒ Das Spiel wird mit einem Startvolumen von 12 mL Wasser in beiden Zylindern wiederholt. Die sich dabei ergebenden Messwerte werden in das zweite Diagramm übertragen.

#### Spieler A

Messzylinder (MZ)

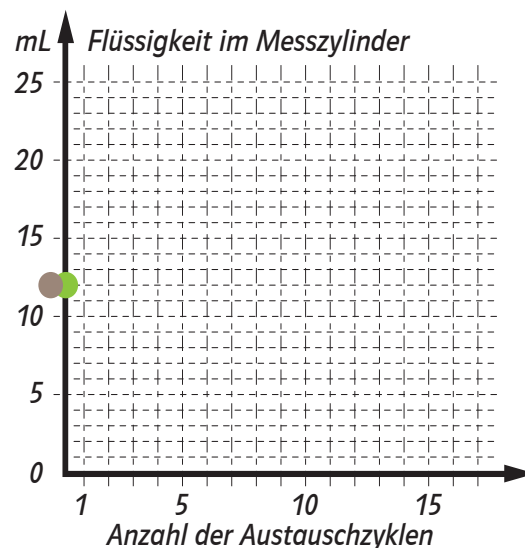


# Anleitungen für Experimente



Startpunkt  
Spieler A

Startpunkt  
Spieler B



## Experiment 4.2

## Gleichioniger Zusatz

ELMO S. 103

### Sicherheitshinweise

Schutzbrille verwenden



### Benötigte Chemikalien

| Stoff                              | Gefahrenhinweise                                                                                                                                         | Sicherheitshinweise                                                                                                                                                                                                                                       | Gef.symbol |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Salzsäure<br>$c = 6 \text{ mol/L}$ | H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein<br>H315: Verursacht Hautreizungen<br>H319: Verursacht schwere Augenreizung<br>H335: Kann die Atemwege reizen | P302 + P352: Bei Berührung mit der Haut: Mit viel Wasser und Seife waschen<br>P305 + P351 + P338: Bei Kontakt mit den Augen: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen | <br>       |
| NaCl                               | keine                                                                                                                                                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                     |            |

### Benötigte Geräte

Eprobvette  
Eprobvetten-Gestell

Plastik-Pasteur-Pipette

### Arbeitsvorschrift

- ➔ Fülle die Eprobvette zur Hälfte mit einer gesättigten Kochsalzlösung.
- ➔ Füge nun mit der Plastik-Pasteur-Pipette einige Tropfen der Salzsäure hinzu.
- ➔ Notiere deine Beobachtungen und versuche eine Begründung anzugeben.





## Experiment 4.3

## Fällungsreaktionen

ELMO S. 103

## Sicherheitshinweise

Schutzbrille verwenden



## Benötigte Chemikalien

| Stoff                                                                                          | Gefahrenhinweise                                                                                                                                                   | Sicherheitshinweise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Gef.symbol |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>NaOH</b><br><b>Natronlauge</b><br>$c = 2 \text{ mol/L}$                                     | H290 Kann gegenüber Metallen korrosiv sein<br>H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden                                                | P280 Schutzhandschuhe/ Schutzkleidung/ Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen<br>P301 + P330 + P331: <i>Bei Verschlucken:</i> Mund ausspülen. Kein Erbrechen herbeiführen<br>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<br>P308 + P310: Bei Exposition oder falls betroffen: Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen                      |            |
| <b>HNO<sub>3</sub></b><br><b>Salpetersäure</b><br>$c = 2 \text{ mol/L}$                        | H290 Kann gegenüber Metallen korrosiv sein<br>H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden<br>EUH071: Wirkt ätzend auf die Atemwege       | P280 Schutzhandschuhe/ Schutzkleidung/ Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen<br>P301 + P330 + P331: <i>Bei Verschlucken:</i> Mund ausspülen. Kein Erbrechen herbeiführen<br>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<br>P308 + P310: Bei Exposition oder falls betroffen: Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen                      |            |
| <b>Ammoniak</b><br>$c = 10 \text{ Massen\%}$                                                   | H290 Kann gegenüber Metallen korrosiv sein<br>H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden<br>H335: Kann die Atemwege reizen              | P280 Schutzhandschuhe/ Schutzkleidung/ Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen<br>P301 + P330 + P331: <i>Bei Verschlucken:</i> Mund ausspülen. Kein Erbrechen herbeiführen.<br>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<br>P308 + P310: <i>Bei Exposition oder falls betroffen:</i> Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen              | <br>       |
| <b>Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b><br><b>Bariumnitrat-Lösung</b><br>$c = 0,1 \text{ mol/L}$ | H272: Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel<br>H301: Giftig bei Verschlucken<br>H319: Verursacht schwere Augenreizung<br>H332: Gesundheitsschädlich bei Einatmen | P280 Schutzhandschuhe/ Schutzkleidung/ Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen<br>P221: Mischen mit brennbaren Stoffen, Schwermetallverbindungen, Säuren und Laugen unbedingt verhindern<br>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<br>P308 + P310: <i>Bei Exposition oder falls betroffen:</i> Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen | <br>       |



# Anleitungen für Experimente

## Benötigte Chemikalien

| Stoff                                                                         | Gefahrenhinweise                                                                                                                                                                            | Sicherheitshinweise                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Gef.symbol |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>AgNO<sub>3</sub></b><br><b>Silbernitrat-Lösung</b><br><b>c = 0,1 mol/L</b> | H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein<br>H315: Verursacht Hautreizungen<br>H319: Verursacht schwere Augenreizung<br>H410: Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung | P273: Freisetzung in die Umwelt vermeiden<br>P302 + P352: Bei Berührung mit der Haut: Mit viel Wasser und Seife waschen<br>P305 + P351 + P338: Bei Kontakt mit den Augen: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen |            |

## Benötigte Geräte

Foliertes Tüpfelblatt 4.3 Fällungsreaktionen

Plastik-Pasteur-Pipetten

Magnesiastäbchen

Bunsenbrenner

## Arbeitsvorschrift

- Das zu untersuchende unbekannte Salz wird als Lösung zur Verfügung gestellt. Durch Bestimmung der Flammenfärbung sowie durch charakteristische Reaktionen mit den gegebenen Reagenzien sollen Kation und Anion des Salzes identifiziert werden.
- Als Reagenzien stehen Natronlauge, Salpetersäure, Ammoniak-Lösung, Bariumnitrat-Lösung und Silbernitrat-Lösung zur Verfügung. Man vermischt jeweils einen Tropfen der zu untersuchenden Salzlösung mit einem Tropfen des Reagenzes auf dem Tüpfelblatt und vergleicht das Ergebnis mit folgender Tabelle:

### A. Kationen

| ION                    | Eigenfarbe | Flammenfärbung | Zugabe von NaOH                 | Zugabe von NH <sub>4</sub> OH       |
|------------------------|------------|----------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Ag<sup>+</sup></b>  | farblos    | -----          | grau-brauner Ndsch              | grau-brauner Ndsch<br>im ÜS löslich |
| <b>Ba<sup>2+</sup></b> | farblos    | gelb-grün      | -----                           | -----                               |
| <b>Cu<sup>2+</sup></b> | blau       | blau-grün      | blauer Ndsch                    | blauer Ndsch<br>im ÜS tiefblaue Lsg |
| <b>Fe<sup>2+</sup></b> | blassgrün  | -----          | grün-grauer Ndsch<br>wird braun | grün-grauer Ndsch<br>wird braun     |
| <b>Fe<sup>3+</sup></b> | gelb-braun | -----          | rot-brauner Ndsch               | rot-brauner Ndsch                   |
| <b>K<sup>+</sup></b>   | farblos    | violett        | -----                           | -----                               |
| <b>Li<sup>+</sup></b>  | farblos    | karmin         | -----                           | -----                               |
| <b>Na<sup>+</sup></b>  | farblos    | gelb-orange    | -----                           | -----                               |
| <b>Ni<sup>2+</sup></b> | grün       | -----          | blassgrüner Ndsch               | grüner Ndsch<br>im ÜS hellblaue Lsg |

### B. Anionen

| ION                                            | Zugabe von Ag <sup>+</sup>                                                          | Zugabe von Ba <sup>2+</sup>                                   |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Cl<sup>-</sup></b><br>Chlorid               | weißer Ndsch<br>lösl. in NH <sub>4</sub> OH – unlösl. in HNO <sub>3</sub>           | -----                                                         |
| <b>Br<sup>-</sup></b><br>Bromid                | hellgelber Ndsch<br>schw. lösl. in NH <sub>4</sub> OH – unlösl. in HNO <sub>3</sub> | -----                                                         |
| <b>I<sup>-</sup></b><br>Iodid                  | gelber Ndsch<br>unlösl. in NH <sub>4</sub> OH – unlösl. in HNO <sub>3</sub>         | -----                                                         |
| <b>CO<sub>3</sub><sup>2-</sup></b><br>Carbonat | hellgelber Ndsch<br>wird braun ⇒ lösl. in HNO <sub>3</sub> ⇒ CO <sub>2</sub> ↑      | weißer Ndsch<br>lösl. in HNO <sub>3</sub> ⇒ CO <sub>2</sub> ↑ |
| <b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b><br>Sulfat   | -----                                                                               | weißer Ndsch<br>unlösl. in HNO <sub>3</sub>                   |
| <b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b><br>Nitrat    | -----                                                                               | -----                                                         |

farblos bzw. keine Reaktion

**Ndsch** ..... Niederschlag

lösl. .... löslich

schw. lösl. .... schwer löslich

unlösl. .... unlöslich

HNO<sub>3</sub> ⇒ CO<sub>2</sub>↑ ..... Gasbildung bei Zusatz von HNO<sub>3</sub>



## Tüpfelraster für Experiment 4.3

| PROBE | Eigenfarbe | Flammenfärbung | Zugabe von $\text{NaOH}$ | Zugabe von $\text{NH}_4\text{OH}$ | Zugabe von $\text{Ag}^+$ | Zugabe von $\text{Ba}^{2+}$ |
|-------|------------|----------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1     |            |                |                          |                                   |                          |                             |
| 2     |            |                |                          |                                   |                          |                             |
| 3     |            |                |                          |                                   |                          |                             |
| 4     |            |                |                          |                                   |                          |                             |



## Experiment 4.4 Synthese einer Komplexverbindung

ELMO S. 104

## Sicherheitshinweise

Schutzbrille verwenden



## Benötigte Chemikalien

| Stoff                                                                                                | Gefahrenhinweise                                                                                                                                                                                  | Sicherheitshinweise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Gef.symbol |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b><math>\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}</math></b><br><b>Kupfer(II)-sulfat Pentahydrat</b> | H302: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken<br>H318: Verursacht schwere Augenschäden<br>H410: Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung                                         | P273: Freisetzung in die Umwelt vermeiden<br>P280: Augenschutz tragen<br>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<br>P313: Ärztlichen Rat einholen/ ärztliche Hilfe hinzuziehen                                                                                                                                                                                              |            |
| <b>Ammoniak-Lösung</b><br><b>c = 32 Massen%</b>                                                      | H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein<br>H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden<br>H335: Kann die Atemwege reizen<br>H400: Sehr giftig für Wasserorganismen | P273: Freisetzung in die Umwelt vermeiden<br>P280: Schutzhandschuhe/ Schutzkleidung/ Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen<br>P301 + P330 + P331: <i>Bei Verschlucken:</i> Mund ausspülen. Kein Erbrechen herbeiführen<br>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<br>P308 + P310: <i>Bei Exposition oder falls betroffen:</i> Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen |            |
| <b>Ethanol</b><br><b>c = 32 %</b>                                                                    | H225: Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar<br>H319: Verursacht schwere Augenreizung                                                                                                            | P210: Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen und anderen Zündquellen fernhalten. Nicht rauchen<br>P240: Behälter und zu befüllende Anlage erden<br>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<br>P403 + P233: An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Behälter dicht verschlossen halten                                                                      |            |

## Benötigte Geräte

|                                 |            |              |
|---------------------------------|------------|--------------|
| Erlenmeyerkolben Weithals 100mL | Waage      | Kreuzmuffe   |
| Becherglas 250 mL               | Spatel     | Trichter     |
| Messzylinder 10 mL              | Stativ     | Filterpapier |
| Uhrglas                         | Filterring |              |

## Arbeitsvorschrift

- 5 g Kupfersulfat werden unter Schwenken des Erlenmeyerkolbens in ca. 10 mL Deionat gelöst.
- Dann werden 10 mL konzentrierte Ammoniak-Lösung hinzugegeben, wobei sich der zunächst gebildete Niederschlag wieder auflöst.
- Zu dieser Lösung werden langsam 10 mL Ethanol (96 %) hinzugetropft. Man lässt den Erlenmeyerkolben einige Minuten stehen und filtriert dann den Inhalt ab.
- Der gebildete Kupferkomplex Tetraamminkupfer(II)sulfat-Monohydrat  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  wird mit dem Spatel in das tarierte Uhrglas übergeführt, getrocknet und gewogen.

## Auswertung

Berechne die Ausbeute bezogen auf die Einwaage an Kupfersulfat!

